



وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب:

پدیده‌آورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

زمین‌شناسی - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۳۷

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

محمدحسن بازوبندی، هاله تیمورزاده، فرزانه رجایی، مریم عابدینی و حمیدرضا ملک محمدی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

محمدحسن بازوبندی، بهروز صاحبزاده، مریم عابدینی، ناهید کرمانیان، سروش مدبری، حمیدرضا ناصری و با همکاری احمد حسینی (اعضای گروه تألیف) - علی‌اکبر احمدی، فرزانه رجایی، رضا سنگ‌گلمه، ابراهیم شریفی تشنیزی، مریم عابدینی، رزینا عمگری گرمی (اعضای گروه بهسازی و فنی‌سازی) - مریم عابدینی (ویراستار علمی) - علی‌اکبر میرجعفری (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری، طراح گرافیک) - مریم وثوقی انبازدان (صفحه‌آرایی، طبع‌نامه‌های کاتمنی (عکاس) - الهام محبوب (رسم) - فاطمه باقری‌مهر، شاداب ارشادی، علیرضا ملکان، فاطمه پزشکی و ناهید خیابانی (امور آماده‌سازی)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰+۹۲۶۶-۸۸۳ کد پستی: ۱۵۸۲۴۲۳۵۹

وبگاه: www.intextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهیلی خاص»
چاپ هشتم ۱۴۰۲

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

تلفن:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۸۰-۵

ISBN: 978.964.05.2805.1



وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب:

پدیده‌آورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

زمین‌شناسی - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۳۷

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

محمدحسن بازوبندی، هاله تیمورزاده، فرزانه رجایی، مریم عابدینی و حمیدرضا ملک محمدی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

محمدحسن بازوبندی، بهروز صاحبزاده، مریم عابدینی، ناهید کرمانیان، سروش مدبری، حمیدرضا ناصری و با همکاری احمد حسینی (اعضای گروه تألیف) - محمدحسن بازوبندی (ویراستار علمی) - علی‌اکبر میرجعفری (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری، طراح گرافیک) - مریم وثوقی انبازدان (صفحه‌آرایی، طبع‌نامه‌های کاتمنی (عکاس) - الهام محبوب (رسم) - فاطمه باقری‌مهر، شاداب ارشادی، علیرضا ملکان، فاطمه پزشکی و ناهید خیابانی (امور آماده‌سازی)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰+۹۲۶۶-۸۸۳ کد پستی: ۱۵۸۲۴۲۳۵۹

وبگاه: www.intextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهیلی خاص»

چاپ هشتم ۱۴۰۲

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

تلفن:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۸۰-۵

ISBN: 978.964.05.2805.1

فهرست

۹	فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین
۱۰	■ آفرینش کیهان
۱۰	■ کپکشان راه شیری
۱۱	■ منظومه شمسی
۱۲	■ حرکات زمین
۱۴	تکوین زمین و آغاز زندگی در آن
۱۵	■ سن زمین
۱۷	■ زمان در زمین شناسی
۱۸	■ پیدایش اقیانوس ها
۲۳	فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه
۲۴	■ منابع معدنی در زندگی ما
۲۶	■ غلظت عناصر در پوسته زمین
۲۹	■ کانسنگ
۳۱	■ اکتشاف معدن
۳۱	■ استخراج معدن و فراوری ماده معدنی
۳۲	■ گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی ها
۳۶	■ سوخت‌های فسیلی
۴۱	فصل سوم: منابع آب و خاک
۴۳	■ آب جاری
۴۴	■ آب زیرزمینی
۵۲	■ منابع خاک
۵۳	■ خاک و فرسایش
۵۹	فصل چهارم: زمین شناسی و سازه‌های مهندسی
۶۰	■ مکان‌یابی سازه‌ها
۶۰	■ تنش
۶۲	■ رفتار مواد در برابر تنش
۶۲	■ نفوذپذیری

فهرست

۹	فصل اول: آفرینش کیهان و تکوین زمین
۱۰	■ آفرینش کیهان
۱۰	■ فرایند آفرینش جهان
۱۱	■ تشکیل عناصر
۱۳	■ کپکشان راه شیری
۱۴	■ سامانه خورشیدی
۱۴	تکوین زمین و آغاز زندگی در آن
۱۶	■ سن زمین
۱۹	■ زمان در زمین شناسی
۲۰	■ تغییرات آب‌وهوایی
۲۳	فصل دوم: منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه
۲۴	■ منابع معدنی در زندگی ما
۲۴	■ غلظت عناصر در پوسته زمین
۲۵	■ کانی‌های سیلیکاتی
۲۷	■ سری واکنشی بیون
۲۸	■ کانه
۲۸	■ کانسنگ
۲۹	■ طبقه‌بندی کانسنگ‌ها
۳۱	■ اکتشاف معدن
۳۱	■ استخراج معدن و فراوری ماده معدنی
۳۲	■ گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی ها
۳۵	■ سوخت‌های فسیلی
۴۱	فصل سوم: منابع آب و خاک
۴۳	■ آب جاری
۴۴	■ آب زیرزمینی
۵۲	■ فرورانشست زمین
۵۳	■ منابع خاک
۵۴	■ فرسایش
۵۹	فصل چهارم: پویایی زمین
۶۰	■ چرخه ویلسون

۶۳	■ مکان مناسب برای ساخت سد
۶۵	■ مکان مناسب برای ساخت توتل و فضاهای زیرزمینی
۶۶	■ مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی
۶۷	■ پایداری سازه‌ها
۶۸	■ مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها
۶۹	■ رفتار خاک‌ها و سنگ‌ها در سازه‌ها
۷۰	■ کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه‌سازی
۷۳	فصل پنجم: زمین شناسی و سلامت
۷۳	■ زمین شناسی پزشکی
۷۵	■ پراکندگی و تمرکز عناصر
۷۹	■ منشأ بیماری‌های زمین‌زاد
۸۶	■ کاربرد کانی‌ها در داروسازی
۸۹	فصل ششم: پویایی زمین
۹۰	■ شکستگی‌ها
۹۲	■ زمین لرزه
۹۳	■ امواج لرزه‌ای
۹۵	■ مقیاس اندازه‌گیری زمین لرزه
۹۶	■ پیش‌بینی زمین لرزه
۹۷	■ ایمنی در برابر زمین لرزه
۹۸	■ چین خوردگی
۹۹	■ آتشفشان
۱۰۰	■ فواید آتشفشان‌ها
۱۰۳	فصل هفتم: زمین شناسی ایران
۱۰۴	■ تاریخچه زمین شناسی ایران
۱۰۶	■ نقشه‌های زمین شناسی
۱۰۷	■ پهنه‌های زمین شناسی ایران
۱۰۹	■ منابع معدنی ایران
۱۱۲	■ ذخایر نفت و گاز ایران
۱۱۳	■ گسل‌های اصلی ایران
۱۱۳	■ آتشفشان‌های ایران
۱۱۵	■ زمین‌گردشگری
۱۱۵	■ ژئوپارک
۱۱۹	فهرست منابع

۶۲	■ تنش
۶۴	■ چین خوردگی
۶۵	■ آتشفشان
۶۶	■ گاز و بخارهای آتشفشانی
۶۷	■ فواید آتشفشان‌ها
۶۷	■ زمین لرزه
۶۷	■ امواج لرزه‌ای
۶۹	■ مقیاس اندازه‌گیری زمین لرزه
۷۱	■ پیش‌بینی زمین لرزه
۷۲	■ ایمنی در برابر زمین لرزه
۷۳	■ زمین شناسی پزشکی
۷۳	■ چرخه بیژنوشیمیایی
۷۷	فصل پنجم: زمین شناسی و سلامت
۷۸	■ زمین شناسی پزشکی
۷۹	■ تقسیم‌بندی بیوشیمیایی عناصر
۷۹	■ منشأ بیماری‌های زمین‌زاد
۸۲	■ اثرات توفان‌های گردوغبار و ریزگردها
۸۸	■ کاربرد کانی‌ها در داروسازی و صنایع بهداشتی
۹۰	■ زمین شناسی پزشکی
۹۳	فصل ششم: زمین شناسی و سازه‌های مهندسی
۹۴	■ مکان‌یابی سازه‌ها
۹۵	■ نحوه به‌دست آوردن اطلاعات زمین شناسی
۹۶	■ عوامل مؤثر بر مکان‌یابی سازه‌ها
۱۰۱	■ مکان مناسب برای ساخت سد
۱۰۲	■ مکان مناسب برای ساخت توتل و فضاهای زیرزمینی
۱۰۴	■ مکان‌یابی مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی
۱۰۵	■ شاخص‌های مهندسی مصالح
۱۰۵	■ مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها
۱۰۹	فصل هفتم: زمین شناسی ایران
۱۱۰	■ تاریخچه زمین شناسی ایران
۱۱۲	■ نقشه‌های زمین شناسی
۱۱۳	■ پهنه‌های زمین شناسی ایران
۱۱۵	■ منابع معدنی و ذخایر انرژی ایران
۱۱۸	■ توان معدنی پهنه‌های زمین شناسی ایران
۱۱۹	■ ذخایر نفت و گاز ایران
۱۲۱	■ گسل‌های ایران
۱۲۲	■ آتشفشان‌های ایران
۱۲۳	■ زمین‌گردشگری
۱۲۳	■ ژئوپارک
۱۲۴	■ واژه‌نامه
۱۲۷	منابع

پیشگفتار

در دهه‌های اخیر همگام با توسعه فناوری، فرایند آموزش، دچار تغییرات و تحولات فراوانی شده است. پیش از این بیشتر کتاب‌های درسی با رویکرد موضوعی و دانش محور به رشته تحریر در می‌آمد، اما امروزه رویکرد حاکم بر تألیف کتاب‌های درسی، رویکرد پیامد محور و مبتنی بر کاربردی بودن محتوای آنها است. از این رو مؤلفین این کتاب تلاش کرده‌اند که با نگاه تلفیقی از پرداختن به مطالب غیر کاربردی پرهیز کنند. آموزش زمین‌شناسی در این کتاب بیشتر با نگاه تصویر محور و با استفاده از فعالیت‌هایی با عناوین: فکر کنید، جمع‌آوری اطلاعات، با هم بیندیشید، بیشتر بدانید، یادآوری و... مطرح شده است.

از آنجایی که بسیاری از مطالب زمین‌شناسی مانند چرخه آب و سنگ، نظریه زمین ساخت ورقه‌ای، نجوم و ساختمان درونی زمین در دوره ابتدایی و متوسطه اول مطرح شده‌اند، از تکرار آنها پرهیز شده و با عنوان **فعالیت یادآوری** به آنها اشاره شده است. بنابراین از شما همکاران گرامی خواهشمند است قبل از تدریس این کتاب، مطالب زمین‌شناسی که دانش‌آموزان در کتاب های علوم تجربی پایه‌های تحصیلی قبلی خوانده‌اند را مورد مطالعه قرار دهید.

منظور از فعالیت یادآوری این است که دانش‌آموزان در سال‌های قبل با مفهوم مورد بحث آشنا شده‌اند، بنابراین مطالب با توجه به آموخته‌های قبلی آنها تدریس می‌شود.

در ابتدای هر فصل، نشانه رمزیننه سریع پاسخ (QRCode) آمده است که با تلفن همراه یا تبلت، می‌توان به محتوای آموزشی آن دسترسی پیدا کرد.

در فعالیت فکر کنید، دانش آموز با توجه به مطالب موجود در کتاب قادر به پاسخگویی آن می‌باشد. در فعالیت جمع‌آوری اطلاعات، دانش‌آموزان با مراجعه به منابع مختلف، مطالب بیشتری را جمع به آن موضوع درسی جمع‌آوری کرده و به اشکال مختلف (گزارش، پوستر، روزنامه دیواری و پرده‌نگار) در کلاس ارائه می‌دهند. در فعالیت با هم بیندیشید، دانش‌آموزان به صورت فعال و مشارکتی با طرح پرسش‌هایی، هم‌افزایی کرده و پاسخ آن را می‌دهند.

در بیشتر بدانیدها، فعالیت‌های تکمیلی، جمع‌آوری اطلاعات و آشنایی با دانشمندان علوم زمین در ایران و جهان می‌پردازد. این بخش‌ها در ارزشیابی دانش‌آموزان قرار نمی‌گیرند. حفظ اعداد نیز جزء اهداف آموزشی کتاب نیست.

پیشگفتار

در دهه‌های اخیر همگام با توسعه فناوری، فرایند آموزش، دچار تغییرات و تحولات فراوانی شده است. پیش از این بیشتر کتاب‌های درسی با رویکرد موضوعی و دانش محور به رشته تحریر در می‌آمد، اما امروزه رویکرد حاکم بر تألیف کتاب‌های درسی، رویکرد پیامد محور و مبتنی بر کاربردی بودن محتوای آنها است. از این رو مؤلفین این کتاب تلاش کرده‌اند که با نگاه تلفیقی از پرداختن به مطالب غیر کاربردی پرهیز کنند. آموزش زمین‌شناسی در این کتاب بیشتر با نگاه تصویر محور و با استفاده از فعالیت‌هایی با عناوین: فکر کنید، جمع‌آوری اطلاعات، با هم بیندیشید، بیشتر بدانید، یادآوری و... مطرح شده است.

از آنجایی که بسیاری از مطالب زمین‌شناسی مانند چرخه آب و سنگ، نظریه زمین ساخت ورقه‌ای، نجوم و ساختمان درونی زمین در دوره ابتدایی و متوسطه اول مطرح شده‌اند، از تکرار آنها پرهیز شده و با عنوان **فعالیت یادآوری** به آنها اشاره شده است. بنابراین از شما همکاران گرامی خواهشمند است قبل از تدریس این کتاب، مطالب زمین‌شناسی که دانش‌آموزان در کتاب های علوم تجربی پایه‌های تحصیلی قبلی خوانده‌اند را مورد مطالعه قرار دهید.

منظور از فعالیت یادآوری این است که دانش‌آموزان در سال‌های قبل با مفهوم مورد بحث آشنا شده‌اند، بنابراین مطالب با توجه به آموخته‌های قبلی آنها تدریس می‌شود.

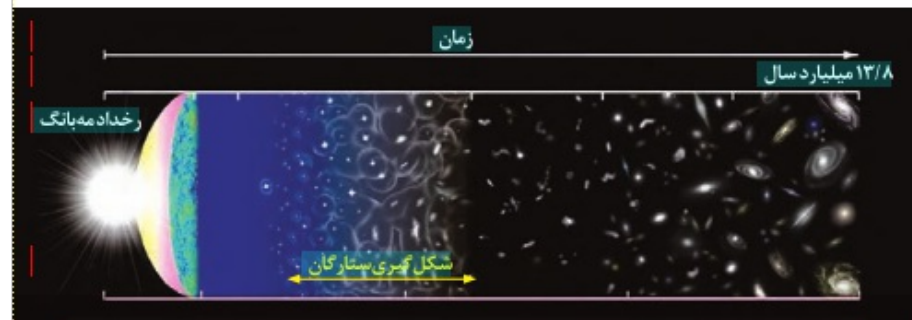
در ابتدای هر فصل، نشانه رمزیننه سریع پاسخ (QRCode) آمده است که با تلفن همراه یا تبلت، می‌توان به محتوای آموزشی آن دسترسی پیدا کرد.

در فعالیت فکر کنید، دانش آموز با توجه به مطالب موجود در کتاب قادر به پاسخگویی آن می‌باشد. در فعالیت جمع‌آوری اطلاعات، دانش‌آموزان با مراجعه به منابع مختلف، مطالب بیشتری را جمع به آن موضوع درسی جمع‌آوری کرده و به اشکال مختلف (گزارش، پوستر، روزنامه دیواری و پرده‌نگار) در کلاس ارائه می‌دهند. در فعالیت با هم بیندیشید، دانش‌آموزان به صورت فعال و مشارکتی با طرح پرسش‌هایی، هم‌افزایی کرده و پاسخ آن را می‌دهند.

در بیشتر بدانیدها، فعالیت‌های تکمیلی، جمع‌آوری اطلاعات و آشنایی با دانشمندان علوم زمین در ایران و جهان دانش آموز به دانش‌افزایی می‌پردازد. این بخش‌ها در ارزشیابی دانش‌آموزان قرار نمی‌گیرند.



تلفن همراه





آفرینش کیهان و تکوین زمین

«وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ وَالْأَرْضَ فَرَشْنَاهَا فَنِعْمَ الْمَاهِدُونَ»
و آسمان را با قدرتی وصف‌ناپذیر بنا کردیم و آن را گسترش دادیم و زمین را
گسترانیدیم، پس چه نیکو گسترش دهنده‌ایم.

سوره ذاریات - آیه‌های ۴۷ و ۴۸

ذهن کنجکاو بشر، همواره به دنبال کشف اسرار شگفت‌انگیز جهان هستی است. مشاهده منظره زیبای آسمان شب یا رصد آن، توجه آدمی را به مطالعه و شناخت اجرام و پدیده‌های آسمانی جلب می‌کند. در کیهان، پدیده‌های متنوعی مانند کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها، سیاره‌ها و ... وجود دارد. ستاره‌ها و سیاره‌هایی که در آسمان شب می‌توان دید، تنها، تعداد اندکی از میلیاردها جرم آسمانی در کهکشان راه شیری هستند.

برخی از اجرام و پدیده‌های آسمانی به وسیله کاوشگران شناسایی شده‌اند و برخی دیگر، تاکنون حتی رصد هم نشده‌اند و اطلاعاتی از آنها در دست نیست. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دور شدن از یکدیگر هستند. در این زمینه، پرسش‌هایی نظیر: گسترش کیهان از چه زمانی آغاز شده است؟ آینده کیهان، چگونه خواهد بود؟ سرنوشت منظومه شمسی و تکوین زمین چیست؟ ساز و کار تشکیل اقیانوس‌ها چگونه است؟ و ... مطرح می‌شود.



آفرینش کیهان و تکوین زمین

«وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ وَالْأَرْضَ فَرَشْنَاهَا فَنِعْمَ الْمَاهِدُونَ»
و آسمان را با قدرتی وصف‌ناپذیر بنا کردیم و آن را گسترش دادیم و زمین را
گسترانیدیم، پس چه نیکو گسترش دهنده‌ایم.

سوره ذاریات - آیه‌های ۴۷ و ۴۸

ذهن کنجکاو بشر، همواره به دنبال کشف اسرار شگفت‌انگیز جهان هستی است. مشاهده منظره زیبای آسمان شب یا رصد آن، توجه آدمی را به مطالعه و شناخت اجرام و پدیده‌های آسمانی جلب می‌کند. در کیهان، پدیده‌های متنوعی مانند کهکشان‌ها، منظومه‌ها، ستاره‌ها، سیاره‌ها و اجرام دیگر وجود دارد. ستاره‌ها و سیاره‌هایی که در آسمان شب می‌توان دید، تنها، تعداد اندکی از میلیاردها جرم آسمانی در کهکشان راه شیری هستند.

برخی از اجرام و پدیده‌های آسمانی به وسیله کاوشگران شناسایی شده‌اند و برخی دیگر، تاکنون حتی رصد هم نشده‌اند و اطلاعاتی از آنها در دست نیست. اندازه‌گیری‌های نجومی نشان می‌دهند که کیهان در حال گسترش است و کهکشان‌ها در حال دور شدن از یکدیگر هستند. در این زمینه، پرسش‌هایی نظیر: گسترش کیهان از چه زمانی آغاز شده است؟ آینده کیهان، چگونه خواهد بود؟ سرنوشت سامانه خورشیدی و تکوین زمین چیست؟ و سوالات بی‌شماری مطرح می‌شود.





آفرینش کیهان

دانشمندان بر این باورند که خداوند، جهان هستی را بر اساس اصول و قوانین آفریده است. آنها با مطالعه و شناخت نظام حاکم بر آفرینش کیهان، به دنبال کشف رازهای خلقت هستند.

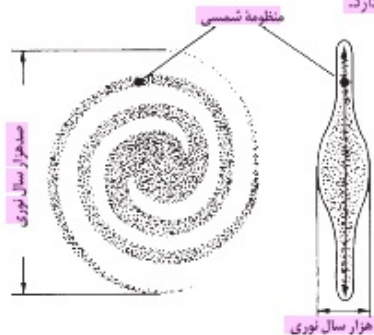
جمع آوری اطلاعات

- در سال گذشته خواندید که دانشمندان پیدایش جهان را با نظریه مه بانگ توضیح می دهند. در این باره، اطلاعات بیشتری جمع آوری و درباره پیدایش اجرام آسمانی با هم گفت و گو کنید.

کهکشان راه شیری

در کیهان، صدها میلیارد کهکشان وجود دارد. کهکشان ها، از تعداد زیادی ستاره، سیاره و فضای بین ستاره‌ای (اغلب گاز و گرد و غبار) تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را تکه داشته‌اند.

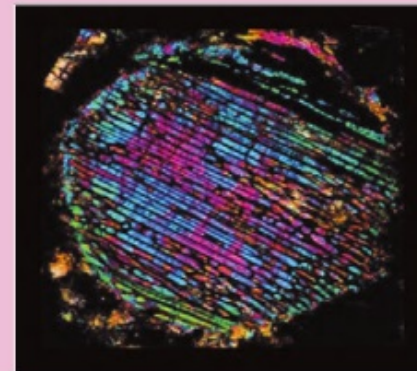
اگر در شب‌های صاف و بدون ابر، در مکانی که آلودگی نوری ندارد، به آسمان نگاه کنید، نواری مه مانند و کم نور، شامل انبوهی از اجرام می بینید. این نوار که کهکشان راه شیری نام دارد، یکی از بزرگ ترین کهکشان‌های شناخته شده است. کهکشان راه شیری، شکلی مارپیچی دارد که منظومه شمسی ما، در لبه یکی از بازوهای آن قرار دارد.



۱- Milky Way Galaxy

پیوند با عکاسی

- عکس زیر بخشی از کهکشان راه شیری در آسمان شب است که از رصدگاه کوپر خارا در اصفهان تهیه شده است. شما هم در مکانی مناسب، از کهکشان راه شیری و سایر اجرام آسمانی، عکس بگیرید. و آن را به کلاس ارائه کنید.



تصویر مقطع میکروسکوپی از یک کندرول^۱ به اندازه یک میلی متر در یک شهاب سنگ کندریش را نشان می دهد. گالی ها به صورت تیفه های کشیده و موازی در کنار یکدیگر متبلور شده‌اند.

آفرینش کیهان

دانشمندان بر این باورند که خداوند، جهان هستی را بر اساس اصول و قوانین آفریده است. آنها با مطالعه و شناخت نظام حاکم بر آفرینش کیهان، به دنبال کشف رازهای خلقت هستند. ماده و انرژی دو جزء اصلی سازنده کیهان می باشند. ذرات بنیادی واحدهای اصلی تشکیل دهنده ماده می باشند و مانند آجرها، ساختمان جهان اطراف ما را تشکیل می دهند که با برقراری ارتباط بین ذرات بنیادی، ساختار جهان هستی را شکل می دهند.

بیشتر بدانید

- فیزیک دانان بهترین تصویر خود از ذرات بنیادی را به عنوان «مدل استاندارد» توصیف می کنند. براساس این مدل همه ذرات بنیادی توسط چهار نیروی شناخته شده (هسته ای ضعیف، هسته ای قوی، الکترومغناطیس، گرانش) در کنار هم قرار گرفته و ذرات بزرگ تر را تشکیل می دهند. عملکرد این ذرات با یکدیگر شرایطی را توصیف می کند که سرانجام باعث شکل گیری جهان فعلی می گردد.

فرایند آفرینش جهان

طبق نظر دانشمندان، جهان از نقطه ای بسیار کوچک، داغ و چگال در ۱۳/۸ میلیارد سال پیش آغاز شد. زمان بسیار کوچکی بعد از آن فقط صورتی از انرژی در جهان وجود داشت و سپس جهان وارد یک دوره گسترش بسیار شدیدی می شود که امروزه با نام مه بانگ^۲ می شناسیم. از این زمان به بعد جهان شروع به سرد شدن و توسعه به اطراف کرده است.

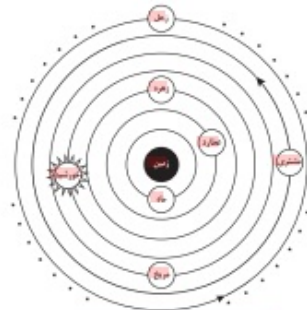
۱- Chondrule ۲- Big Bang

منظومه شمسی

در سال‌های گذشته با برخی از ویژگی‌های منظومه شمسی و اجزای آن آشنا شدید. حرکت ظاهری خورشید از شرق به غرب است؛ بنابراین آیا زمین، مرکز جهان است و سایر اجرام به دور آن می‌گردند؟ از هزاران سال قبل، بشر برای پاسخ به این پرسش و پرسش‌های مشابه آن، در جست‌وجو و کاوشگری بوده است. در این زمینه، دو نظریه زیر مطرح شده است:

نظریه زمین مرکزی: بطلمیوس، دانشمند یونانی بیش از دو هزار سال پیش، با مشاهده حرکت ظاهری ماه و خورشید، به این نتیجه رسید که زمین، در مرکز عالم قرار دارد و اجرام آسمانی دیگر به دور آن می‌گردند.

بر اساس این نظریه، که نظریه زمین مرکزی نام‌گذاری شده، زمین، ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیاره شناخته شده آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی دایره‌ای به دور زمین می‌گردند.



شکل ۱-۲- نمایش نظریه زمین مرکزی

دانشمندان علوم زمین

• یوسید سجزی (۴۱۴-۳۳۰ ه. ق.)، ریاضی‌دان و ستاره‌شناس برجسته ایرانی در سیستان به دنیا آمد و در خراسان و شیراز به علم‌آموزی و مطالعه پرداخت. سجزی، نوعی اسطرلاب ساخت و کتاب «ترکیب الافلاک»، «رساله فی کیفیت صنع الآلات النجومیه» و همچنین «رساله الاسطرلاب» از تألیفات او در ستاره‌شناسی و ریاضیات هستند که هرکدام دارای نوآوری‌ها و یافته‌های علمی فراوانی باشند.

برخی دانشمندان ایرانی مانند ابوسعید سجزی و خواجه نصیرالدین طوسی، با اندازه‌گیری‌های دقیق و تفسیر درست یافته‌های علمی، ایرادهایی بر نظریه زمین مرکزی وارد کردند. این نظریه در اروپا نیز مخالفانی داشت؛ ولی تا حدود قرن ۱۶ میلادی مطرح بود.

نظریه خورشید مرکزی: نیکولاس کوپرنیک، ستاره‌شناس لهستانی که با علم ریاضی نیز به خوبی آشنا بود، با مطالعه حرکت سیارات در زمان‌های مختلف، نظریه خورشید مرکزی را به شرح زیر بیان کرد:

- زمین همراه با ماه، مانند دیگر سیاره‌ها در مدار دایره‌ای و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردد.

- حرکت روزانه خورشید در آسمان، ظاهری و نتیجه چرخش زمین به دور محور خود است. پس از آنکه کوپرنیک، نظریه خورشید مرکزی را مطرح کرد، یوهانس کپلر، به بررسی دقیق یادداشت‌های ستاره‌شناسان پرداخت و دریافت که سیارات در مدارهای بیضوی، به دور خورشید در حرکت می‌باشند. او با ارائه سه قانون زیر، نظریه خورشید مرکزی را اصلاح نمود.

قانون اول: هر سیاره در مداری بیضوی، چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همواره، در یکی از دو کانون آن قرار دارد.

جمع‌آوری اطلاعات

- در سال گذشته خواندید که دانشمندان پیدایش جهان را با نظریه مه بانگ توضیح می‌دهند. در این باره، اطلاعات بیشتری جمع‌آوری و درباره پیدایش اجرام آسمانی با هم گفت‌وگو کنید.
- در سال ۱۹۶۴ ستاره‌شناسان با استفاده از یک رادیوتلسکوپ قوی کشف کردند که از فضا نوعی امواج تابشی ضعیف که شدت آن در تمام جهت‌ها یکسان است دریافت می‌شود. این امواج را تابش پس‌زمینه کیهانی نامیدند.
- در این باره اطلاعات بیشتری جمع‌آوری کرده و توضیح دهید که تابش پس‌زمینه کیهانی چگونه وقوع انفجار بزرگ را ثابت می‌کند.

تشکیل عناصر



شکل ۱-۱- توده‌های گاز و غبار معروف به ستون‌های آفرینش در سحابی عقاب

بعد از پایان گسترش اولیه، هسته‌های اتمی که از ترکیب ذرات بنیادی شکل گرفته‌اند، در دریایی از الکترون‌های آزاد شناور گشته و حالتی از ماده را به نام پلازما به وجود می‌آورند. با گذشت زمان دما آن چنان افت می‌کند که برای پیدام افتادن الکترون‌ها در مدار پیرامون هسته‌های اتمی کافی شده و نخستین اتم یعنی هیدروژن به وجود می‌آید. با تشکیل هیدروژن نخستین بار حالت گاز در جهان شکل می‌گیرد. سپس اتم‌های هیدروژن به اتم‌های سنگین‌تر هلیوم، تبدیل شدند. با تولید اتم هلیوم اولین ستاره در جهان هستی به وجود آمده و با افزایش واکنش‌های زنجیری، عناصر سنگین‌تر در ستارگان تشکیل می‌شوند. با تشکیل عناصر و توزیع و سرد شدن آنها در جهان، نخستین جامدات به صورت ابرهایی از غبار شکل گرفته و به همراه گازهای مختلف در اشکالی بسیار متنوع تجمع یافته و سحابی‌ها را تشکیل می‌دهند (شکل ۱-۱).

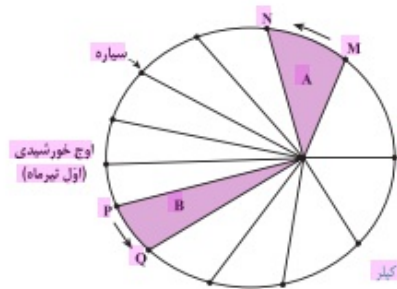


شکل ۱-۲- طرحی از چگونه‌ی شکل‌گیری کندرول‌ها

غبارها طی افزایش دما مجدداً ذوب شده و قطره‌های مذابی را تشکیل می‌دهند و هنگامی که قطره سرد می‌شود، نخستین کانی‌ها متبلور شده و به همراه سولفیدهای آهن و نیکل در شکل گلوله‌های کوچکی به نام کندرول تجمع می‌یابند (شکل ۱-۲). تجمع کندرول‌ها با یکدیگر منجر به تشکیل اجرام بزرگ‌تر گردیده و بدیهی است که این اجرام در اندازه‌های مختلف با برخورد شدید با یکدیگر بارها ذوب و مجدداً متبلور شده و کانی‌های مختلفی را می‌سازند. اجرام تشکیل شده از کندرول‌ها را کندریت می‌نامیم. کندریت‌ها بعد از تشکیل در فضا بارها با یکدیگر برخورد کرده ذوب شده و مجدداً متبلور می‌شوند (شکل ۱-۳). بعد از تشکیل زمین بارها قطعاتی از این اجرام در مسیر برخورد با زمین قرار گرفته‌اند. هرگاه بقایایی از این اجرام هنگام عبور از هوا کره منهدم نشوند و به سطح زمین برسند، قطعاتی از سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند که شهاب سنگ نامیده می‌شوند (شکل ۱-۴).

یادآوری

- با توجه به اینکه، نور خورشید حدود $8/3$ دقیقه نوری طول می کشد تا به زمین برسد فاصله متوسط زمین تا خورشید چند کیلومتر است؟
- به این فاصله در اصطلاح ستاره شناسی چه گفته می شود؟



قانون دوم: هر سیاره، چنان به دور خورشید می گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می کند، در مدت زمان های مساوی، مساحت های مساوی ایجاد می کند.

شکل ۱-۳ نمایش قانون دوم کپلر

قانون سوم: زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید (p)، با افزایش فاصله از خورشید (d) افزایش می یابد، به طوری که مربع زمان گردش سیاره به دور خورشید، معادل مکعب فاصله آن سیاره تا خورشید است ($p^2 \propto d^3$). در این رابطه، p بر حسب سال زمینی و d بر حسب واحد نجومی است.

پیوند یا ریاضی

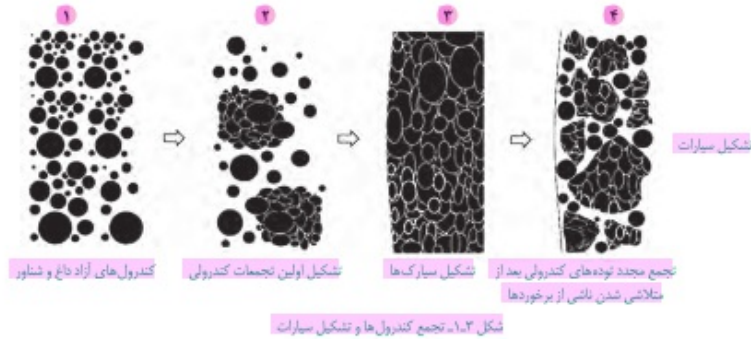
- اگر مدار سیاره ای در فاصله $1.0^4 \times 6.00$ کیلومتری خورشید قرار داشته باشد، زمان گردش آن به دور خورشید چند سال است؟

حرکات زمین

گره زمین دارای حرکت وضعی و انتقالی است. چرخش زمین به دور محورش را حرکت وضعی می گویند. این چرخش در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت است و در مدت زمان حدود ۲۴ ساعت انجام می شود.

شیب و روز بر اثر حرکت وضعی به وجود می آید. انحراف $23/5$ درجه ای محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید، سبب ایجاد اختلاف مدت زمان روز و شب در عرض های جغرافیایی مختلف می شود. به صورتی که به جز در مدار استوا «مدار صفر درجه»، که طول مدت شب و روز در تمام مدت سال با هم برابر و ۱۲ ساعت است، در سایر نقاط با افزایش عرض جغرافیایی این اختلاف ساعت بیشتر می شود.

به گردش زمین بر روی مدار بیضوی به دور خورشید، حرکت انتقالی گفته می شود که در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت انجام می شود.



فکر کنید

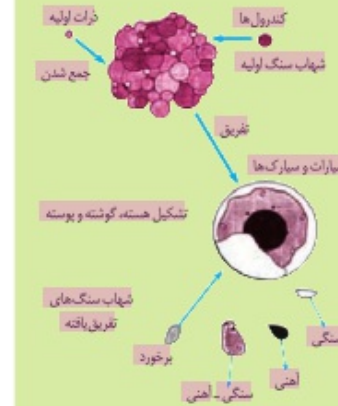
- اهمیت مطالعه علمی شهاب سنگ ها در چیست؟
- چرا برخی از شهاب سنگ ها گران قیمت هستند؟

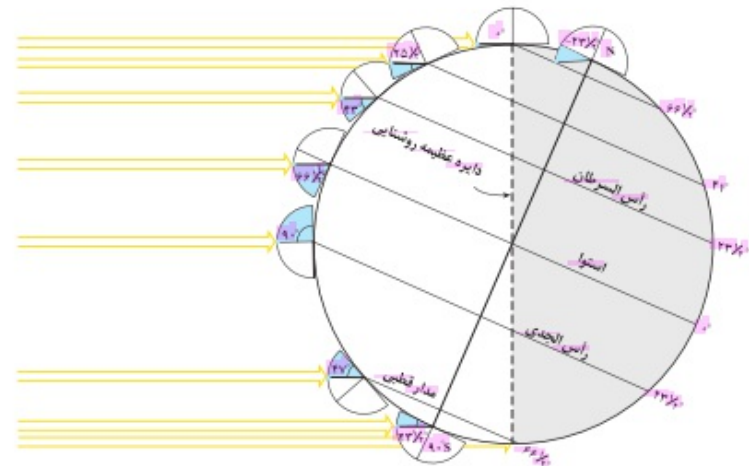


شکل ۱-۴ شهاب سنگ کندیسی یافت شده در کویر لوت

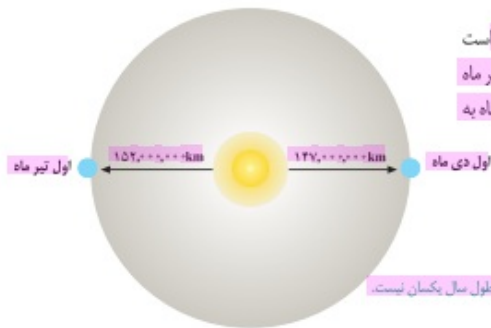
بیشتر بدانید

- دانشمندان شهاب سنگ ها را به دو گروه اصلی طبقه بندی می کنند:
 - ۱- شهاب سنگ های اولیه (تفریق نیافته)
 - ۲- شهاب سنگ های تفریق یافته
 از زمان های قدیم سه گروه شهاب سنگ های آهنی، سنگی و سنگی-آهنی شناخته شده بودند. امروزه ارتباط معنی داری بین این تقسیم بندی و منشأ شهاب سنگ ها مشخص شده است. به این صورت که هر کدام از آنها مربوط به بخش خاصی از یک سیاره و یا سیارک متلاشی شده می باشند.





شکل ۴-۱ مقدار انحراف محور زمین و تأثیر آن در مقدار زاویه تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف



میانگین فاصله خورشید از زمین، حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که به آن، یک واحد نجومی می‌گویند. البته این مقدار در اول تیر ماه به حداکثر مقدار خود، یعنی ۱۵۲ میلیون کیلومتر و در اول دی ماه به حداقل خود، یعنی حدود ۱۴۷ میلیون کیلومتر می‌رسد.

شکل ۴-۵ فاصله زمین نسبت به خورشید در طول سال یکسان نیست.

با توجه به فاصله حداکثر زمین تا خورشید در اول تیر و فاصله حداقلی در اول دی ماه، علت گرمای تیر ماه و سرمای دی ماه چیست؟

تحقیق کنید

پیدایش فصل‌ها، حاصل حرکت انتقالی زمین و انحراف ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین است؛ به علت کروی بودن زمین، زاویه تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، در یک زمان، متفاوت است. همچنین به علت انحراف محور زمین، زوایای تابش خورشید در یک عرض جغرافیایی نیز در طول سال تفاوت دارد. این تفاوت زاویه، سبب ایجاد فصل‌ها در نقاط مختلف کره زمین شده است (شکل ۴-۶).

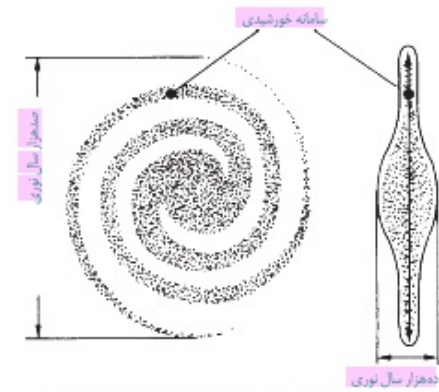
بیشتر بدانید

• کشف مهمی که در سال ۱۹۵۲ توسط ادوین هابل صورت گرفت نشان داد که جهان در حال انبساط است. جالب آنکه در سال ۱۹۸۸ گروهی از منجمین پی بردند که انبساط جهان نه تنها کند نشده است بلکه شتاب هم گرفته و سریع‌تر شده است.

کهکشان راه شیری

بعد از شکل‌گیری ستارگان در جهان، برخی نواحی چگال‌تر که گرانش قوی‌تری داشتند، بقیه ماده موجود در جهان را به سوی خود کشیده و نوعی تجمع کیهانی را شکل دادند که امروزه به نام کهکشان نامیده می‌شوند. در حقیقت کهکشان‌ها از تعداد زیادی ستاره، سیاره، سیاره بین‌ستاره‌ای (اغلب گاز و گردوغبار) تشکیل شده که تحت تأثیر نیروی گرانش متقابل، یکدیگر را نگه داشته‌اند.

در شب‌های صاف و بدون ابر و در مکان‌هایی که آلودگی نوری نداشته باشد، در آسمان شب نواری مه‌مانند و کم‌نور مشاهده می‌شود که کهکشان راه شیری نام دارد. کهکشان راه شیری یکی از بزرگ‌ترین کهکشان‌های شناخته شده دارای شکلی مارپیچی است که سامانه خورشیدی ما، در لبه یکی از بازوهای آن واقع شده است. کهکشان راه شیری از بالا مارپیچی شکل و از پهلو شبیه عدسی محدب است. قطر آن در حدود ۱۰۰ هزار سال نوری و ضخامت آن حدود ۱۰ هزار سال نوری است (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱ طرح شماتیک یک کهکشان مارپیچ مانند کهکشان راه شیری

جمع‌آوری اطلاعات

• عکس زیر بخشی از کهکشان راه شیری در آسمان شب است که از رصدگاه کویر خارا در اصفهان تهیه شده است. شما هم در مکانی مناسب، از کهکشان راه شیری و سایر اجرام آسمانی، عکس بگیرید و آن را به کلاس ارائه دهید.



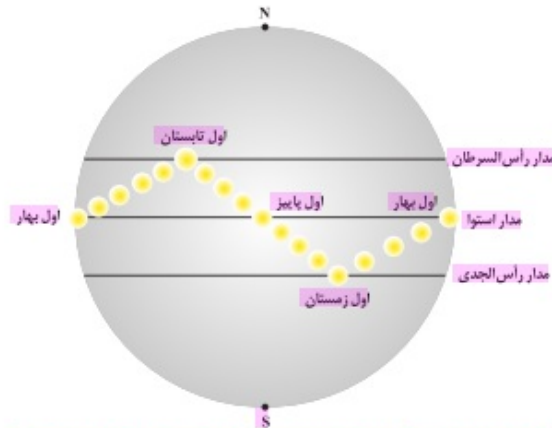
فعالیت تکمیلی

- آیا تاکنون از کل کهکشان راه شیری مستقیماً عکس‌برداری شده است؟
- چرا منجمین معتقدند که کهکشان راه شیری مارپیچی شکل است؟
- قطر و ضخامت کهکشان راه شیری را چگونه اندازه‌گیری می‌کنند؟

حرکت زمین و زاویه انحراف محور آن به گونه‌ای است که می‌توان موقعیت خورشید را نسبت به زمین به صورت شکل ۱-۶ تصور کرد.

**خود را
بیازمایید**

- وضعیت فصل‌ها در نیمکره شمالی و جنوبی را مقایسه کنید.
- جهت تشکیل سایه، در نیمکره شمالی و جنوبی چه تفاوتی دارد؟
- در طول یک سال، خورشید در چه روزهایی بر استوا عمود می‌تابد؟



شکل ۱-۶- موقعیت فرضی تابش عمود نور خورشید نسبت به مدارهای مختلف زمین (بر اساس نیمکره شمالی)

بر اساس شکل بالا در ابتدای بهار، خورشید بر مدار استوا عمود می‌تابد و در طول بهار بر عرض‌های جغرافیایی بالاتر در نیمکره شمالی عمود می‌تابد به طوری که، در آخر خرداد و اول تیرماه حداکثر بر مدار رأس السرطان، تابش قائم دارد. سپس در طول تابستان بر مدارهای کمتر از ۲۳/۵ درجه شمالی، قائم است و مجدداً اول پاییز بر استوا و در ادامه در شش ماهه دوم سال، بر عرض‌های جغرافیایی صفر تا ۲۳/۵ درجه جنوبی قائم می‌تابد.

تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

حدود ۶ میلیارد سال قبل، با نخستین تجمعات ذرات کیهانی، شکل‌گیری منظومه شمسی آغاز شد و در حدود ۴/۶ میلیارد سال قبل، سیاره زمین به صورت کره‌ای مذاب، تشکیل و در مدار خود قرار گرفت. با گذشت زمان و سرد شدن این گوی مذاب، حدود ۴ میلیارد سال قبل، سنگ‌های آذرین به عنوان نخستین اجزای سنگ‌کره تشکیل شدند؛ سپس با فوران آتشفشان‌های متعدد، گازهایی که از داخل زمین خارج شدند، به تدریج گازهای مختلف مانند اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، هواکوره را به وجود آوردند. در ادامه، کره زمین سردتر شد و بخار آب به صورت مایع در آمد و آب‌کره تشکیل شد. با تشکیل اقیانوس‌ها و تحت تأثیر انرژی خورشید، شرایط برای تشکیل زیست‌کره فراهم و زندگی انواع تک‌یاخته‌ها در دریاها، کم عمق آغاز شد.

به وجود آمدن چرخه آب، باعث فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی گردید. در ادامه، با حرکت ورقه‌های سنگ کره

سامانه خورشیدی

حدود ۶ میلیارد سال قبل، با نخستین تجمعات ذرات کیهانی، شکل‌گیری سامانه خورشیدی آغاز شد. در سال‌های گذشته با برخی از ویژگی‌های این سامانه و اجزای آن آشنا شدید. زمین همراه با ماه مانند دیگر سیاره‌ها در مدارهای بیضوی و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت به دور خورشید می‌گردند.

یادآوری

- باتوجه به اینکه، نور خورشید حدود ۸/۳ دقیقه نوری طول می‌کشد تا به زمین برسد، فاصله متوسط زمین تا خورشید چند کیلومتر است؟
- به این فاصله در اصطلاح ستاره‌شناسی چه گفته می‌شود؟

بیشتر بدانید

• حدود قرن ۱۶ میلادی پوهانس کیلر با ارائه سه قانون زیر، چگونگی حرکت سیارات در سامانه خورشیدی را مشخص ساخت:

قانون اول: هر سیاره در مدار بیضوی، چنان به دور خورشید می‌گردد که خورشید همواره در یکی از دو کانون آن قرار دارد.

قانون دوم: هر سیاره، چنان به دور خورشید می‌گردد که خط فرضی که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، در مدت زمان‌های مساوی، مساحت‌های مساوی ایجاد می‌کند.

قانون سوم: زمان گردش یک دور سیاره به دور خورشید (P)، با افزایش فاصله از خورشید (d) افزایش می‌یابد، به طوری که مربع زمان گردش سیاره به دور خورشید، معادل مکعب فاصله آن سیاره تا خورشید است ($P^2 \propto d^3$). در این رابطه، P بر حسب سال زمینی و d بر حسب واحد نجومی است.



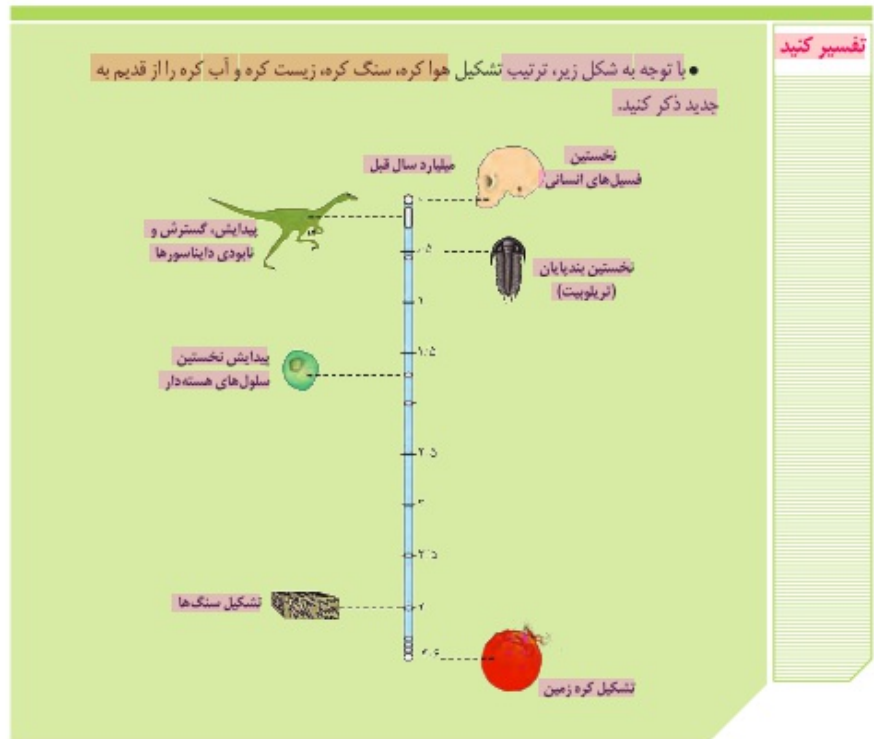
تکوین زمین و آغاز زندگی در آن

در حدود ۴/۶ میلیارد سال قبل، سیاره زمین به صورت کره‌ای مذاب، تشکیل و در مدار خود قرار گرفت. ۴/۴ میلیارد سال پیش یک جرم آسمانی با زمین برخورد کرد. نتیجه این برخورد متلاشی شدن کامل این جرم به همراه حدود یک پنجم حجم زمین و پراکنده شدن آنها در فضا بود. با ادامه جذب و تجمع قطعات پراکنده شده تنها قمر زمین یعنی ماه تشکیل شد (شکل ۱-۶).

با گذشت زمان و سرد شدن زمین سنگ‌های آذرین به عنوان نخستین اجزای سنگ‌کره تشکیل شدند. سپس با فوران آتشفشان‌های متعدد، گازهایی از داخل زمین خارج شده و به تدریج گازهای مختلف مانند اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن هواکوره را به وجود آوردند. در ادامه کره زمین

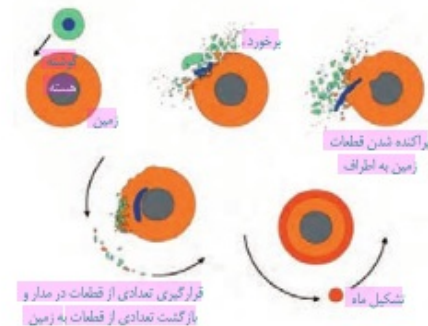
و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف، سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند. دانشمندان معتقدند شرایط محیط زیست فعلی به تدریج و در طی صدها میلیون سال مهیا شده است.

با توجه به شواهد زمین‌شناسی، دانشمندان دریافته‌اند که خداوند در آفرینش جهان، ابتدا شرایط محیط زیست را مهیا کرده و سپس جانداران را از ساده تا پیچیده آفریده است. در دوران‌های مختلف، شرایط آب و هوایی و محیط‌زیست تغییرات فراوانی داشته‌اند و بر این اساس، گونه‌های مختلف جانداران در سطح زمین ظاهر و منقرض شده‌اند. به عنوان مثال، خزندگان در دوره کربونیفر، ظاهر و در طی ۸۰ تا ۷۰ میلیون سال، جثه آنها بزرگ شد و در کره زمین گسترش یافتند. با نامساعد شدن شرایط محیط زیست و عدم توانایی دایناسورها برای سازگاری با تغییرات محیطی، این موجودات حدود ۶۵ میلیون سال پیش منقرض شدند.



سن زمین

از آغاز پیدایش کره زمین تاکنون، مدت زمان بسیار زیادی می‌گذرد و در این مدت، حوادث و وقایع فراوانی در آن رخ داده است. آیا می‌دانید سن زمین و وقایع گذشته را چگونه تعیین می‌کنند؟ تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف، از نظر بررسی تاریخچه زمین، اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین، پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده و ... اهمیت زیادی دارد. در زمین‌شناسی، سن سنگ‌ها و پدیده‌ها را به دو روش نسبی و مطلق تعیین می‌کنند.



شکل‌های گچی از چگونگی شکل‌گیری ماه (بر اثر برخورد زمین با یک جرم آسمانی)



شکل ۱-۷، قدیمی‌ترین فسیل یافت شده از ابتدایی‌ترین شکل استروماتولیت‌ها در گرینلند

سردتر شد و بخار آب به صورت مایع درآمد و آب‌کره تشکیل شد. با تشکیل اقیانوس‌ها شرایط برای به‌وجود آمدن زیست‌کره فراهم گردید. به‌وجود آمدن چرخه آب، باعث فرسایش سنگ‌ها، تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی شد. در ادامه با حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و ایجاد فشار و گرمای زیاد در مناطق مختلف، سنگ‌های دگرگونی به وجود آمدند.

با توجه به شواهد زمین‌شناسی، دانشمندان دریافته‌اند که خداوند در آفرینش جهان، ابتدا شرایط محیط زیست را مهیا کرده است و سپس جانداران را از ساده تا پیچیده آفریده است. مهم‌ترین شواهدی که به کمک آنها می‌توان روند تغییرات آب و هوایی و زیستی و اقلیمی را در طول تاریخ زمین دنبال کرد آثار باقی‌مانده از جانداران یا فسیل‌ها می‌باشند.

به عنوان مثال استروماتولیت‌ها از قدیمی‌ترین آثار فسیلی مربوط به سیانوباکتری‌ها (تک سلولی‌های فتوسنتز کننده) در دریاهای کم‌عمق می‌باشند (شکل ۱-۷). در دوران پرکامبرین فعالیت‌های حیاتی آنها سبب افزایش میزان اکسیژن اتمسفر و فراهم آمدن امکان زندگی پرسلولی‌ها در روی سطح زمین بوده است.

در دوران‌های مختلف، شرایط آب‌وهوایی و محیط زیست تغییرات فراوانی داشته‌اند و بر این اساس، گونه‌های مختلف جانداران در سطح زمین ظاهر و منقرض شده‌اند.

یادآوری

● فسیل‌ها، آثار و بقایای حفظ شده از گیاهان و جانوران در محیط‌های مختلفی مانند اقیانوس‌ها، دریاها، رودها، یخچال‌های طبیعی و حتی در بعضی مواقع در محیط‌های آغشته به مواد نفتی، صمغ درختان، معادن نمک و خاکسترهای آتشفشانی می‌باشند. بیشترین شواهد و مدارک برای مطالعه گذشته زمین در سنگ‌های رسوبی یافت می‌شود. سنگ‌های رسوبی به دلیل داشتن فسیل، می‌توانند در تشخیص سن لایه‌ها و محیط تشکیل آنها مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال، وقتی در یک لایه رسوبی، فسیل مرجان‌ها یافت می‌شود، نشان دهنده آن است که این لایه در محیط دریایی گرم و کم‌عمق تشکیل شده است.



● فسیل‌ها نشان دهنده تغییرات اشکال حیات در طول تاریخ زمین هستند.



یادآوری

● در کتاب علوم پایه نهم با روش تعیین سن نسبی و اصول آن آشنا شدید. با توجه به آن، در شکل روبه‌رو، ترتیب وقایع را از قدیم به جدید شماره‌گذاری کنید.

در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم، تاخر و هم‌زمانی وقوع پدیده‌ها، نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود. در تعیین سن مطلق (پرتوسنجی)، سن واقعی نمونه‌ها با استفاده از عناصر پرتوزا اندازه‌گیری می‌شود. عناصر پرتوزا به‌طور مداوم، با سرعت ثابت در حال واپاشی هستند. این عناصر پس از واپاشی به عنصر پایدار تبدیل می‌شوند. مدت زمانی که نیمی از یک عنصر پرتوزا به عنصر پایدار تبدیل می‌شود را، نیم‌عمر آن عنصر می‌گویند. در تعیین سن مطلق با استفاده از رابطه زیر می‌توان سن مطلق نمونه‌هایی مانند سنگ، چوب، استخوان و... را تعیین کرد.

نیم‌عمر = تعداد نیم‌عمر = سن نمونه

پیوند با ریاضی

● در جدول زیر، نیم‌عمر برخی از عناصر پرتوزا و عنصر پایدار حاصل از آنها نشان داده شده است. با استفاده از اطلاعات موجود در آن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین تشکیل شده‌اند، استفاده از کدام عنصر پرتوزا مناسب‌تر است؟ چرا؟

۲- برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود. دلیل آن را توضیح دهید.

۳- اگر مقدار کربن ۱۴ باقی مانده در یک نمونه استخوان قدیمی حدود $\frac{1}{8}$ مقدار اولیه آن باشد، سن استخوان را محاسبه کنید.

نیم‌عمر برخی از عناصر پرتوزا

عناصر پرتوزا	نیم‌عمر (تقریبی)	عناصر پایدار
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶ ←
اورانیم ۲۳۵	۷۱۲ میلیون سال	سرب ۲۰۷ ←
توریم ۲۳۲	۱۴/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸ ←
کربن ۱۴	۵۷۲۰ سال	نیتروژن ۱۴ ←
پتاسیم ۴۰	۱/۲ میلیارد سال	آرگون ۴۰ ←



شکل ۱-۸. هیالوئوس نخستین خزنده یافت شده در ابتدای کریتاس با طول حدود ۱۲ سانتی‌متر

فعالیت تکمیلی

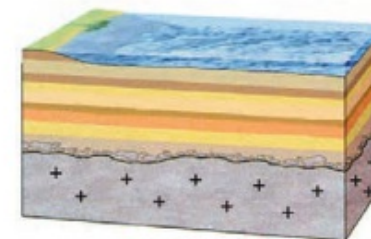
● با مطالعه در مورد فسیل خزندگان، در مورد عوامل ایجاد هر یک از وقایع زیر، مطالبی گردآوری و در کلاس ارائه کنید.

- ۱- دایناسورها در پایان دوره کرتاسه بسیار بزرگ‌جثه و سنگین وزن بودند.
- ۲- دایناسورها در پایان دوره کرتاسه بسیار متنوع شده بودند.
- ۳- دایناسورها در پایان دوره کرتاسه نتوانستند با تغییرات محیطی سازگار شوند.

سن زمین

از آغاز پیدایش کره زمین تاکنون، مدت زمان بسیار زیادی می‌گذرد و در این مدت، حوادث و وقایع فراوانی در آن رخ داده است. آیا می‌دانید سن زمین و حوادث و وقایع گذشته را چگونه تعیین می‌کنند؟ تعیین سن سنگ‌ها و پدیده‌های مختلف، از نظر بررسی تاریخچه زمین، اکتشاف ذخایر و منابع موجود در زمین، پیش‌بینی حوادث احتمالی آینده و غیره اهمیت زیادی دارد.

برای پی بردن به سن رویدادهای گذشته زمین، لازم است به دنبال شواهدی بگردیم که ما را در رسیدن به واقعیت‌های رخ داده در گذشته راهنمایی کنند. سنگ‌ها مهم‌ترین شواهدی هستند که در این زمینه به دانشمندان کمک می‌کنند. مثلاً لایه لایه بودن، مهم‌ترین ویژگی سنگ‌های رسوبی است. هر لایه شواهدی از شرایط محیطی زمان رسوب گذاری را در خود حفظ کرده است. یک لایه رسوبی که ممکن است هزاران کیلومتر مربع را بپوشاند، در نقاط مختلف به صورت‌های متفاوتی دیده می‌شود. به‌طور مثال هنگامی که رسوبات در دریا ته‌نشین می‌شوند، قطعاً دانه‌های درشت در نزدیکی ساحل برجای می‌مانند، اما ذرات ریز و سبک تا مسافت زیادی از ساحل فاصله می‌گیرند. می‌دانیم که طبقات رسوبی به‌طور افقی ته‌نشین می‌شوند، اما بعدها ممکن است بر اثر عوامل کوه‌زایی، چین‌خوردگی یا ایجاد گسل، وضع آنها به هم خورده و گاهی از آب خارج شوند. در این حالت تحت اثر عوامل فرسایشی قرار می‌گیرند و نوعی وقفه در توالی و نظم طبیعی لایه‌ها ایجاد می‌شود. به این وقفه ایجاد شده در توالی رسوبی، ناپیوستگی می‌گویند. روی زمین نمی‌توان نقطه‌ای را یافت که در طول تاریخ زمین همواره در زیر دریا مانده و همچنان رسوبات لایه‌به‌لایه در آنجا ته‌نشین شده باشند. اصولاً ناپیوستگی‌ها مشخص‌کننده زمان‌هایی هستند که عمل رسوب گذاری متوقف شده است.



شکل ۱-۹. ناپیوستگی آذرین بی

انواع ناپیوستگی‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- ناپیوستگی آذرین بی: در نقاطی که لایه‌هایی از سنگ‌های رسوبی مستقیماً در روی توده‌های آذرین قرار گرفته باشند، نوعی ناپیوستگی پدید می‌آید که به آن آذرین بی گویند (شکل ۱-۹).

زمان در زمین شناسی

مفهوم زمان در مقیاس های مختلفی به کار می رود. شما با واحدهای زمان مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه روز، هفته، ماه، سال، دهه، سده (قرن) و هزاره آشنا هستید؛ اما، واحدهای بزرگ تر زمان نیز وجود دارند که در زندگی روزمره ما، کاربرد زیادی ندارند، ولی در علوم زمین بسیار مهم اند. مانند عهد، دوره، دوران و ائون (ابردوران) که واحدهای زمانی مورد استفاده در زمین شناسی هستند. معیار تقسیم بندی این واحدهای زمانی مختلف، به حوادث مهمی همچون پیدایش یا انقراض گونه خاصی از جانداران، حوادث کوهزایی، پیشروی یا پسروی جهانی دریاهای، عصرهای یخبندان و... بستگی دارد (شکل ۷-۱).

میلیون سال قبل	رویدادهای زیستی	دوره	دوران	ائون
۶۶	انسان	کواترنری	سورژیک	فایروزیگ
	توح پستانداران	توژن		
	پالئوژن	پالئوژن		
	انقراض دایناسورها	کرتاسه	مزوزویک	
	نخستین گیاهان گل دار	زوراسیک		
	نخستین پرنده	تریاس		
	نخستین پستاندار	پرمین	پالئوزویک	
	نخستین دایناسور	کربنیفر		
	انقراض گروهی	دوین		
	نخستین خزنده	سیلورین		
نخستین دوزیست	اردوویسین			
نخستین گیاهان اونددار	گاسپین			
نخستین ماهی ها				
نخستین تریلوبیت				
۵۴۱			پروتریویک	پروکامبرین
۲۵۰۰			ارکین	
۳۰۰۰				
۳۶۰۰				

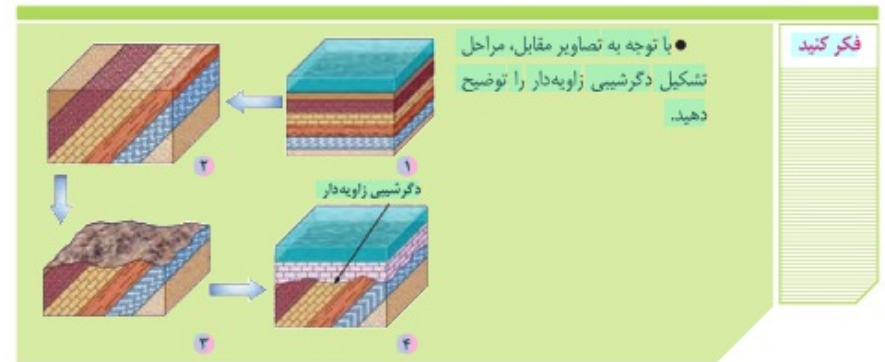
شکل ۷-۱. مقیاس زمان زمین شناسی و رویدادهای مهم آن



شکل ۱۰-۱. لایه نایبوستگی همشیب (موازی)

۲- نایبوستگی دگرشیب (زاویه دار): در این نوع نایبوستگی، سری رسوبات زیرین از حالت افقی خارج شده اند و روی آنها، سری رسوبات جوان تر و اغلب افقی، فرار گرفته است و تشخیص آن بسیار آسان است.

۳- نایبوستگی هم شیب (موازی): این نوع نایبوستگی ها فراوان تر، اما نامشخص تر از بقیه اند؛ زیرا لایه های رسوبی واقع در بالا و پایین سطح نایبوستگی، با همدیگر موازی اند و حتی گاهی شواهد وقوع فرسایش احتمالی هم وجود ندارد (شکل ۱۰-۱).



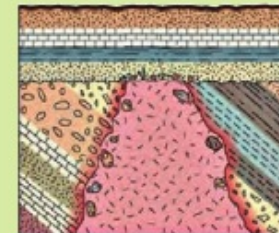
فکر کنید

● با توجه به تصاویر مقابل، مراحل تشکیل دگرشیبی زاویه دار را توضیح دهید.

در زمین شناسی سن سنگ ها و پدیده ها به دو روش نسبی و مطلق صورت می پذیرد. در تعیین سن نسبی، ترتیب تقدم، تأخر و هم زمانی وقوع پدیده ها، نسبت به یکدیگر مشخص می شود.

یادآوری

- در کتاب علوم نهم با روش تعیین سن و اصول نسبی آن آشنا شدید. این اصول عبارت بودند از:
 - ۱- همه لایه های رسوبی به صورت افقی ته نشین می شوند.
 - ۲- همیشه لایه زیرین قدیمی تر از لایه بالایی است. (در صورتی که لایه ها برنگشته باشند).
 - ۳- هر گونه تغییر (خارج شدن لایه ها از حالت افقی، چین خوردگی و گسل خوردن) بعد از تشکیل لایه اتفاق افتاده است.



- ۴- هر لایه و توده سنگی که لایه و یا توده سنگی دیگر را قطع کند از آن جوان تر است.
 - ۵- هر گاه قطعه ای از یک سنگ در داخل یک لایه یافت شود از آن لایه قدیمی تر است.
- با توجه به این اصول در شکل مقابل ترتیب وقایع را از قدیم به جدید شماره گذاری کنید.

پیدایش اقیانوس‌ها

در سال‌های گذشته، با مفهوم سنگ‌کره و ساز و کار حرکت ورقه‌ها آشنا شدید. ورقه‌های سنگ‌کره، به دو نوع قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم می‌شوند. البته گاهی ممکن است بخشی از یک ورقه، جنس قاره‌ای و در بخش دیگر از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه هند) و یا در همه جا از آب پوشیده شده و از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه اقیانوس آرام). سنگ‌کره قاره‌ای، نسبت به سنگ‌کره اقیانوسی ضخامت بیشتر و چگالی کمتری دارد. از طرفی سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و حدود ۳/۸ میلیارد سال بوده و در حالی که سنگ‌های بستر اقیانوس‌ها حداکثر ۲۰۰ میلیون سال قدمت دارند.

یادآوری

- در فصل زمین‌ساخت ورقه‌ای کتاب علوم نهم، در مورد حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و پیامدهای آن مطالبی آموختید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

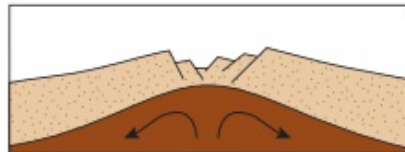
 - ۱- علت حرکت ورقه‌های سنگ‌کره چیست؟
 - ۲- انواع حرکت ورقه‌ها را بیان کنید.
 - ۳- پیامدهای حاصل از حرکت ورقه‌ها را ذکر کنید.

دانشمندان علوم زمین

• در ادامه نظریه‌های جایه‌جایی قاره‌ها و گسترش بستر اقیانوس‌ها، نوزو ویلسون زمین‌شناس کانادایی، نخستین بار، ایده وجود ورقه‌های تشکیل دهنده سنگ‌کره زمین و مرز آنها را عنوان کرد که منجر به ارائه نظریه زمین‌ساخت ورقه‌ای شد. مراحل تشکیل اقیانوس‌ها نیز، توسط وی ارائه و بعدها به چرخه ویلسون معروف شد. مطالعات علمی او، مورد تحسین جهان قرار گرفت.



نوزو ویلسون
۱۵ آوریل ۱۹۹۳ - ۱۲۴ اکتبر ۱۹۰۸



شکل ۱-۸ الف: ایجاد شکاف در پوسته قاره‌ای

۲- مرحله گسترش: در این مرحله، در محل شکاف ایجاد شده، مواد مذاب سست‌کره به بستر اقیانوس رسیده و پشته‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند و پوسته جدید ایجاد شده به طرفین حرکت کرده و باعث گسترش بستر اقیانوس می‌شود مانند بستر اقیانوس اطلس (دور شدن آمریکای جنوبی از آفریقا) و دریای سرخ (دور شدن عربستان از آفریقا) (شکل ۱-۸ ب).

پیوند با ریاضی

- در جدول زیر، نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا و عنصر پایدار حاصل از آنها نشان داده شده است. با استفاده از اطلاعات موجود در آن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

 - ۱- برای تعیین سن نخستین سنگ‌هایی که در کره زمین تشکیل شده‌اند، استفاده از کدام عنصر پرتوزا مناسب‌تر است؟ چرا؟
 - ۲- برای تعیین سن فسیل ماموت و یا جمجمه انسان اولیه، از کربن ۱۴ استفاده می‌شود. دلیل آن را توضیح دهید.
 - ۳- اگر مقدار کربن ۱۴ باقی‌مانده در یک نمونه استخوان قدیمی حدود $\frac{1}{8}$ مقدار اولیه آن باشد، سن استخوان را محاسبه کنید.

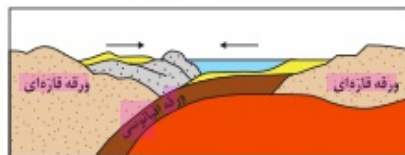
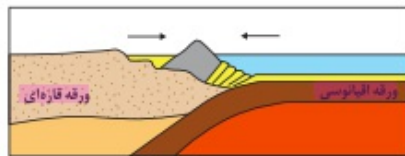
نیم عمر برخی از عناصر پرتوزا

عناصر پرتوزا	نیم عمر (تقریبی)	عناصر پایدار	مواد مناسب اندازه‌گیری
اورانیم ۲۳۸	۴/۵ میلیارد سال	سرب ۲۰۶	کانی‌ها و سنگ‌های آذرین
اورانیم ۲۳۵	۷۱۲ میلیون سال	سرب ۲۰۷	
توریوم ۲۳۲	۱۲/۱ میلیارد سال	سرب ۲۰۸	
پتاسیم ۴۰	۱/۳ میلیارد سال	ارگون ۴۰	
کربن ۱۴	۵۷۳۰ سال	نیترژن ۱۴	مواد آلی، ریف‌های مرجانی، چوب و استخوان



شکل ۱-۸-ب) ایجاد و گسترش پوسته اقیانوسی

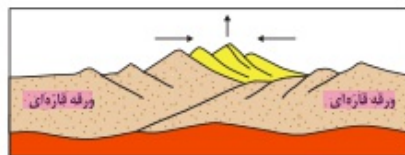
۳- مرحله بسته شدن: در این مرحله، ورقه اقیانوسی از حاشیه به زیر ورقه قاره‌ای مجاور خود فرو رانده می‌شود (دراز گودال اقیانوسی) و با ادامه فرورانش در نهایت اقیانوس بسته می‌شود (مانند بسته شدن اقیانوس تیتیس) (شکل ۱-۸-ب).



شکل ۱-۸-ب) بسته شدن حوضه اقیانوسی ایجاد شده

در برخی از اقیانوس‌ها مانند اقیانوس آرام در بخشی از آن، ورقه اقیانوسی به زیر ورقه اقیانوسی دیگر فرو رانده شده و منجر به تشکیل دراز گودال اقیانوسی و جزایر قوسی می‌شود.

۴- مرحله برخورد: با بسته شدن اقیانوس و برخورد ورقه‌ها، رسوبات فشرده شده و رشته کوه‌هایی مانند هیمالیا (برخورد هندوستان به آسیا)، زاگرس (برخورد عربستان به ایران) و ... را به وجود می‌آورند (شکل ۱-۸-ت).



شکل ۱-۸-ت) برخورد ورقه‌ها و ایجاد رشته کوه

زمان در زمین شناسی

مفهوم زمان در مقیاس‌های مختلفی به کار می‌رود. شما با واحدهای زمان مانند: ثانیه، دقیقه، ساعت، شبانه روز، هفته، ماه، سال، دهه، سده (قرن) و هزاره آشنا هستید؛ اما، واحدهای بزرگ‌تر زمان نیز وجود دارند که در زندگی روزمره ما، کاربرد زیادی ندارند، ولی در علوم زمین بسیار مهم‌اند. مانند عهد، دوره، دوران و آپردوران که واحدهای زمانی مورد استفاده در زمین شناسی هستند. معیار تقسیم‌بندی این واحدهای زمانی مختلف، به حوادث مهمی همچون پیدایش یا انقراض گونه خاصی از جانداران، حوادث گوه‌زایی، پیشروی یا پسروی جهانی دریاها، عصرهای یخبندان و رویدادهای دیگر بستگی دارد (شکل ۱-۱۱).

میلیون سال قبل	رویدادهای زمینی	دوره	عوران	آپردوران	
۶۶	انقراض دایناسورها	کواترنری نئوژن پالئوژن	سورژونیک	فئوروزونیک	
پیشروی جهانی دریاها	نخستین گیاهان گل‌دار نخستین پرنده ژوراسیک	کرباسه	مزوزونیک		
۲۵۱	نخستین دایناسور نخستین پستاندار	تریاس	تریاس		
پایان گوه‌زایی کالدونین	انقراض گروهی نخستین خزنده نخستین دوزیست	پرمین کربنیفر دوین	پالئوزونیک		
۵۴۱	نخستین گیاهان اوئندار نخستین ماهی‌ها	سیلورین اردوویسین	پالئوزونیک		
۲۵۰۰	نخستین تریلوبیت	کامبرین	پالئوزونیک		
۴۰۰۰			پالئوزونیک		پروکامبرین
۲۶۰۰			پالئوزونیک		پروکامبرین
					پروکامبرین
					پروکامبرین

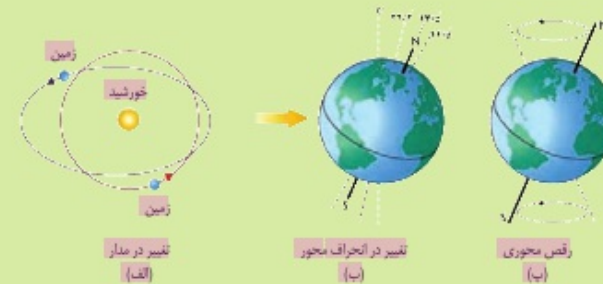
شکل ۱-۱۱- مقیاس زمان زمین شناسی و رویدادهای مهم آن

تغییرات آب و هوایی

کره زمین دارای حرکت وضعی و انتقالی است. چرخش زمین به دور محورش را حرکت وضعی می‌گویند. این چرخش در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت است و در مدت زمان حدود ۲۴ ساعت انجام شده و شب و روز بر اثر این حرکت ایجاد می‌شود. به گردش زمین روی مدار بیضوی به دور خورشید، حرکت انتقالی گفته می‌شود که در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت انجام می‌گردد. پیدایش فصل‌ها حاصل حرکت انتقالی زمین و انحراف ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین است. انحراف ۲۳/۵ درجه‌ای محور زمین، نسبت به خط عمود بر سطح مدار گردش زمین به دور خورشید باعث اختلاف مدت زمان روز و شب و زاویه تابش خورشید به عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود. تغییر فاصله سیاره زمین در حرکت مداری خود نسبت به خورشید، همراه با تغییر در انحراف محور زمین و حرکات محوری آن باعث کاهش و افزایش دوره‌ای در میزان انرژی دریافتی از خورشید و نوسان درجه حرارت سطحی آن می‌گردد. این پدیده باعث بروز دوره‌های خشکسالی و یخبندان شدید روی زمین در دراز مدت می‌شود.

بیشتر بدانید

● محور زمین دارای چرخشی به صورت یک مخروط در دوره‌های ۱۲۰۰۰ و ۲۷۰۰۰ ساله است. جهت این حرکت برخلاف عقربه‌های ساعت است. محققین معتقدند بروز تغییرات اقلیمی (آب‌وهوایی) روی زمین بی‌ارتباط با این پدیده نیست. این حرکت را رقص محوری زمین (حرکت تقدیمی) می‌نامند.



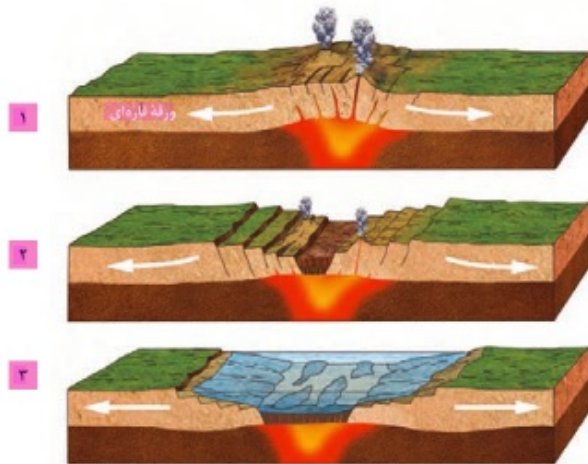
طرحی از تغییرات حرکتی زمین مانند (الف) تغییرات مداری، (ب) انحراف محور و (ب) رقص محوری زمین

علم، زندگی، کارآفرینی

● زمین‌شناسی را می‌توان به طور کلی، علم مطالعه سیاره‌ای که در آن به سر می‌بریم تعریف کرد و زمین‌شناس ماجراجویی است که به دنبال جمع‌آوری اطلاعات از زمان پیدایش زمین تاکنون می‌باشد. وی با طبقه‌بندی، ارزیابی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، نقش مهمی در تولید اطلاعات علمی دارد.

پاسخ دهید

- ۱- عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها چیست؟
- ۲- چرا با وجود گسترش بیستر اقیانوس‌ها، وسعت سطح زمین افزایش نمی‌یابد؟
- ۳- علت فرورانش ورقه اقیانوسی چیست؟
- ۴- نتیجه فرورانش ورقه اقیانوسی - قاره‌ای و اقیانوسی - اقیانوسی چیست؟



شکل ۹-۸- مراحل تشکیل اقیانوس جدید

علم، زندگی، کارآفرینی

● دیورینه‌شناسی: شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی که به بررسی آثار و بقایای موجودات گذشته زمین در لایه‌های رسوبی می‌پردازد. بر پایه مطالعه فسیل‌ها، پیدایش و نابودی آنها می‌توان به سن نسبی لایه‌های زمین و محیط زندگی موجودات در گذشته پی برد.



• **سنجش از دور:** علم و فن جمع‌آوری اطلاعات از غوازش سطح زمین، بدون تماس فیزیکی با آنها است. سنجش از دور شامل اندازه‌گیری و ثبت انرژی بازتابی از سطح زمین و جو پیرامون آن، از یک نقطه مناسب در بالاتر از سطح زمین است. پرتوهای بازتابی که از نوع امواج الکترومغناطیس هستند، می‌توانند دارای منابع گوناگونی مانند پرتوهای خورشیدی، پرتوهای حرارتی اجسام یا حتی پرتوهای مصنوعی باشند. به دست آوردن اطلاعات از سطح زمین و سطح دریاها، با استفاده از تصاویر اخذ شده از فضا آنها، از بخش‌هایی از طیف الکترومغناطیس که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده‌اند، انجام می‌شود. سنجش از دور، از انرژی الکترومغناطیس بهره می‌گیرد. قوی‌ترین منبع تولیدکننده این انرژی، خورشید است که انرژی الکترومغناطیس را در تمام طول موج‌ها، تابش می‌کند.

متخصصان این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت ملی نفت ایران و... می‌توانند به کمک آن حوادثی مانند: وقوع سیل، تغییرات سطح زمین، پراکندگی ریزگردها و... را بررسی کنند و در کیفیت‌بخشی و بهبود اجرای پروژه‌های اکتشافی و آموزشی کمک شایانی داشته باشند.

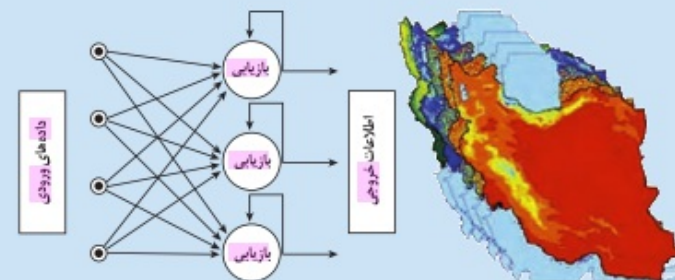


اگر اهل ماجراجویی هستید هر مقدار که دانش زمین‌شناسی خواهید آموخت در کوله‌پشتی خود قرار دهید، کفش‌های محکمی به پا کنید و برای فتح قله‌های دانش آماده شوید. ما در مسیر حرکت خود از فناوری (مهندسی، ریاضیات، هوش مصنوعی) استفاده لازم را خواهیم برد و برای حل مشکلات زندگی، دورماندن از مخاطرات طبیعی و تأمین منابع معدنی و انرژی، دست به کارآفرینی خواهیم زد.

• **هوش مصنوعی** دستگاه و یا نرم‌افزاری است که برخی عملکردهای شناختی، یادگیری و حل مسئله را مشابه و یا با تقلید از ذهن انسان بازسازی می‌نماید.

زمین‌شناسی مدرن با حجم زیادی از داده‌ها سروکار دارد. گستردگی زیاد داده‌ها ناشی از موضوعات متنوع و منابع فراوان مورد تحقیق می‌باشد. توسعه هوش مصنوعی در دانش زمین‌شناسی امکان استفاده از روش‌های بهتر و با کیفیت‌تر طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری داده‌ها و کشف روابط پنهان بین داده‌ها را فراهم کرده است؛ زیرا می‌تواند حجم زیادی از داده‌ها را به سرعت و با دقت زیاد پردازش کند. از همه مهم‌تر محدودیت‌های این دانش در مورد زمان و مکان را برطرف کرده است، مثلاً نیازی نیست برای دیدن هسته خارجی و بررسی جزئیات آن به درون زمین سفر کرد.

امروزه زمین‌شناسان از هوش مصنوعی در شناسایی سنگ‌ها و کانی‌ها، اکتشاف مواد معدنی، شناسایی مخاطرات طبیعی، بررسی نتایج گرمایش جهانی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی با دقت بسیار زیاد در تعامل با روش‌های سنجش از راه دور استفاده می‌کنند.





معادن مس سونگون و رزقان (شهرستان اهر - استان آذربایجان شرقی)



معادن مس سرچشمه و فسنجان - کرمان

فصل ۲

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

زیربنای اقتصادی کشورهای مختلف، متنوع است. مبنای اقتصادی برخی از کشورها، صنعت، کشاورزی یا گردشگری است و برخی دیگر، اقتصاد خود را بر مبنای منابع و ذخایر معدنی بنا نهاده‌اند. مبنای اقتصاد کشور ما، کدام مورد است؟ بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌کنید، یا با آنها سروکار دارید، از منابع فلزی (آهن، آلومینیم، طلا و منیزیم)، غیر فلزی (رس‌ها، زغال سنگ و ...) و یا مواد نفتی و فراورده‌های پتروشیمی مانند پلاستیک، بنزین و ... به‌دست می‌آیند. در علم زمین‌شناسی با مواردی مانند نحوه تشکیل، ذخیره و اکتشاف منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز آشنا می‌شوید.



فصل ۲

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

زیربنای اقتصادی کشورهای مختلف، متنوع است. مبنای اقتصادی برخی از کشورها، صنعت، کشاورزی یا گردشگری است و برخی دیگر، اقتصاد خود را بر مبنای منابع و ذخایر معدنی بنا نهاده‌اند. مبنای اقتصاد کشور ما، کدام مورد است؟ بسیاری از کالاهایی که در زندگی روزمره از آنها استفاده می‌کنید، یا با آنها سروکار دارید، از منابع فلزی (آهن، آلومینیم، طلا و منیزیم)، غیر فلزی (رس‌ها، زغال سنگ و ...) و یا مواد نفتی و فراورده‌های پتروشیمی مانند پلاستیک، بنزین و ... به‌دست می‌آیند. در علم زمین‌شناسی با مواردی مانند نحوه تشکیل، ذخیره و اکتشاف منابع معدنی و سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز آشنا می‌شوید.





کانی گرافیت



کانی کوارتز



سکوی نفتی



مجتمع پتروشیمی

منابع معدنی در زندگی ما

بخش عمده مواد مورد نیاز برای زندگی ما، از منابع معدنی تأمین می‌شوند. مس موجود در کابل‌های برق، آهن مورد استفاده در ریل راه آهن، پلاتین استفاده شده در ساخت گوشی تلفن همراه، کانی گرافیت به کار گرفته شده در مدادی که با آن می‌نویسیم، کانی فلوتوریت موجود در ترکیب خمیردندان و ... از منابع معدنی تهیه می‌شوند. منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین‌شناسان، از معادن استخراج و پس از فراوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می‌شوند. تعدادی از کاربردهای مواد معدنی (فلزی - غیر فلزی) در جدول ۲-۱ آورده شده است.



نمشن طلا و نقره



مجتمع معدنی

منابع معدنی در زندگی ما

بخش عمده مواد مورد نیاز برای زندگی ما، از منابع معدنی تأمین می‌شوند. مس موجود در کابل‌های برق، آهن مورد استفاده در ریل راه آهن، پلاتین استفاده شده در ساخت گوشی تلفن همراه، کانی گرافیت به کار گرفته شده در مدادی که با آن می‌نویسیم و فلوتور موجود در ترکیب خمیردندان از منابع معدنی تهیه می‌شوند. منابع معدنی پس از شناسایی توسط زمین‌شناسان، از معادن استخراج و پس از فراوری، به کالاهای مورد نیاز تبدیل می‌گردند.

جدول ۲-۱- غلظت کلارک برخی عناصر در پوسته جامد زمین

عناصر	میانگین درصد وزنی در پوسته
اکسیژن	۲۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۳/۶۳
سدیم	۲/۷۷
پتاسیم	۲/۲۲
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیوم	۰/۴۴
فسفر	۰/۱۲
منگنز	۰/۱۰
روی	۰/۰۰۷
مس	۰/۰۰۶
سرب	۰/۰۰۱۶

غلظت عناصر در پوسته زمین

پوسته زمین از انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی تشکیل شده است. ترکیب میانگین پوسته در اصل همان ترکیب میانگین سنگ‌های آذرین پوسته است؛ چرا که مقدار کل سنگ‌های رسوبی و دگرگونی نسبت به حجم سنگ‌های آذرین بسیار اندک و فاقد اهمیت است. دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک و واشنگتن در سال ۱۹۲۴ میلادی بر مبنای تجزیه نمونه‌های فراوانی که از سنگ‌های سراسر دنیا گردآوری شده بود، میانگین درصد وزنی عناصر سازنده پوسته زمین معروف به غلظت کلارک را تعیین کردند (جدول ۲-۱).

بیشتر بدانید

جدول ۱-۲. فراوانی و کاربرد برخی از کانی‌ها و منابع معدنی

فراوانی	کاربردها بر اساس فراوانی
فراوان: آهن، آلومینیم، منیزیم، منگنز، تیتانیوم	صنایع شیمیایی: هالیت (سدیم کلرید)، فلونوریت (کلسیم فلوراید)
کمیاب: مس، سرب، روی، نیکل، کروم، طلا، نقره، فلز، تنگستن، مولیبدن، اورانیوم، پلاتین و ...	کودهای شیمیایی: آپاتیت (کلسیم فسفات)، سیلویت (پتاسیم کلرید)، گوگرد، کلسیت و سنگ آهک (کلسیم کربنات)، شوره (سدیم نیترات)
	ساختمان‌سازی: ژئیت (گچ ساختمانی)، سنگ آهک (سیمان)، رس (آجر و کاشی و سرامیک)، شن و ماسه، سنگ‌های تزئینی و نما، فلدسپار (کاشی و سرامیک)، سیلیس (شیشه‌سازی)، بوزولان و پرلیت (مصالح سبک وزن)
	گوهرها و کانی‌های نیمه قیمتی: الماس، کربنوم (یاقوت)، گارنت (بیجاده)، آمیست (کوارتز بنفش)، بریل (زمرد)، فیروزه، آگات (عقیق)، الیون (زبرجد)، اسپینل (لعل)، لاجورد، یشم و ...
	پزشکی و داروسازی: باریت (عکس‌برداری، رادیولوژی)، انواع کانی‌های رسی (آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد اسید معده)، فلونوریت (خمیر دندان)، تالک (پودر بچه، لوازم آرایشی، کرم‌های ضد آفتاب)
	کانی‌های صنعتی: بنتونیت (گل حفاری، خاک رنگ‌بر، جاذب آب و لایندها، صنعت فولاد، سرامیک، صنایع رنگ، کاغذسازی، تصفیه آب و فاضلاب، داروسازی، تصفیه و رنگ‌بری روغن، فند نوشیدنی‌ها و...)، کانولن (سرامیک، کاغذسازی، پرکننده و لاستیک‌سازی)، کوارتز (ساعت‌سازی، شیشه‌سازی، قطعات الکترونیکی و ...)
	کشاورزی: کانی زئولیت در (سیک کردن و هوارسانی به خاک و جاذب رطوبت)، دامپروری (مکمل غذای دام و طیور)، پرورش ماهی، تصفیه آب و فاضلاب
	سایر موارد: تالک (کاغذسازی، رنگ)، باریت (گل حفاری)، گرافیت (نوک مناد، پیل الکتریکی، تایر خودروها)، ساینده (الماس، گارنت، کربنوم، کوارتز)

کاربردها بر اساس کاربرد

گفت‌وگو کنید

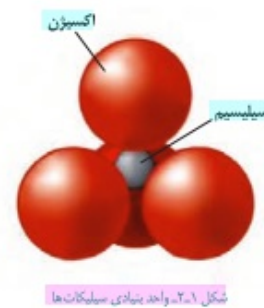
کاربرد بعضی کانی‌ها مانند انیدریت و ژئیت، علاوه بر تهیه گچ بتایی در تشخیص آب و هوای گذشته می‌باشد. در مورد دلیل این امر گفت‌وگو کنید.

بعدها دانشمند دیگری در زمینه پراکندگی و تمرکز عناصر تحقیق کرد و اصطلاح دیگری تحت عنوان «کلارک تمرکز» معرفی شد که تمرکز یک عنصر را در یک کانی یا سنگ نسبت به فراوانی آن در پوسته زمین نشان می‌دهد. به عنوان مثال اگر تمرکز منگنز در یک کانی ۵۰ درصد وزنی آن کانی باشد، با توجه به اینکه کلارک منگنز در پوسته زمین ۰/۱ درصد است، کلارک غلظت آن در این کانی برابر ۵۰۰ است. گاهی تمرکز یک یا چند عنصر در سنگ، خاک، گیاهان و یا آب یک منطقه در مقایسه با میانگین آنها در پوسته زمین بالاتر یا پایین‌تر است که به آن بی‌هنجاری گفته می‌شود. هنگامی که تمرکز یک عنصر در منطقه‌ای بالاتر از میانگین پوسته باشد به آن بی‌هنجاری مثبت و در صورتی که پایین‌تر از میانگین پوسته باشد به آن بی‌هنجاری منفی می‌گویند. زمین‌شناسان در پی جویی‌های اکتشافی عناصر به دنبال یافتن مناطقی با بی‌هنجاری مثبت هستند.

فعالیت تکمیلی

● نتایج حاصل از تجزیه سنگ‌های یک منطقه، در جدول ارائه شده است. در کدام عنصر بی‌هنجاری مثبت و در کدام بی‌هنجاری منفی دیده می‌شود؟

عنصر	درصد براساس جرم	بی‌هنجاری
Fe	۷۲	
Cu	۰/۰۰۰۷	
Pb	۰/۰۱	
Zn	۰/۰۰۰۹	



غلظت عناصر در پوسته زمین

در سال ۱۹۶۴ میلادی، دو زمین‌شناس به نام‌های کلارک^۱ و رینگ‌وود^۲ برای تعیین ترکیب شیمیایی پوسته زمین و بررسی پراکندگی عناصر در بخش‌های مختلف آن، تعداد بسیار زیادی از انواع سنگ‌های مناطق مختلف را نمونه‌برداری و ترکیب شیمیایی آنها را تعیین کردند. امروزه، فراوانی میانگین عناصر پوسته زمین با عنوان غلظت کلارک عناصر شناخته می‌شود (جدول ۲-۲).

جدول ۲-۲. غلظت کلارک عناصر فراوان در پوسته جامد زمین

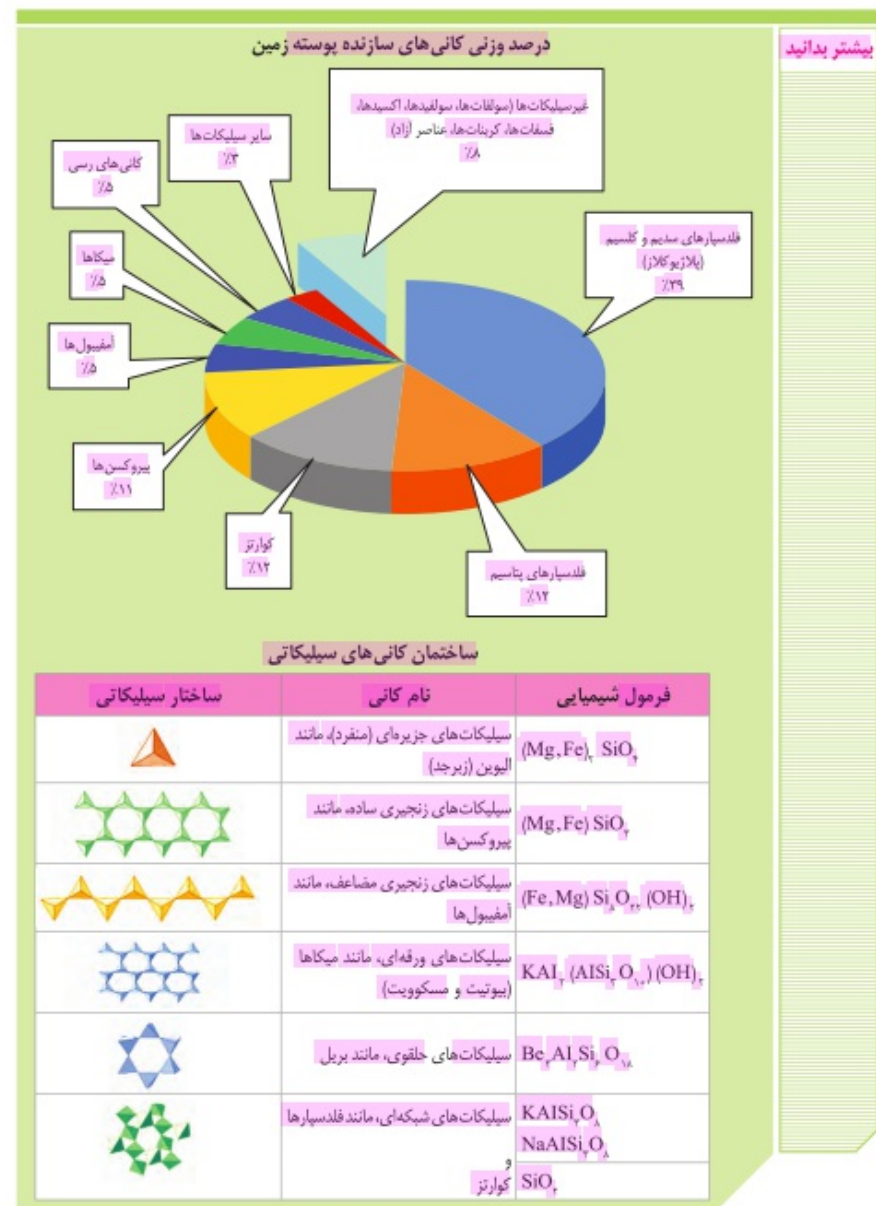
عنصر	درصد براساس جرم
اکسیژن	۴۵/۲۰
سیلیسیم	۲۷/۲۰
آلومینیم	۸/۰۰
آهن	۵/۸۰
کلسیم	۵/۰۶
سدیم	۲/۷۷
پتاسیم	۲/۳۲
منیزیم	۱/۶۸
تیتانیوم	۰/۸۶
فسفر	۰/۱۲
منگنز	۰/۱۰
روی	۰/۰۱۳
مس	۰/۰۰۷
سرب	۰/۰۰۰۱۶

اندازه‌گیری و تعیین غلظت میانگین عناصر، کاربردهای زیادی دارد. پژوهشگران با اندازه‌گیری مقدار غلظت عناصر در سنگ‌ها و خاک‌های هر منطقه و مقایسه آن با مقادیر غلظت میانگین، به فرایندهای زمین‌شناسی مانند حرکت ورقه‌های سنگ کره، تاریخچه تشکیل یک منطقه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و ... پی می‌برند.

اگر در منطقه‌ای، غلظت عناصر از میانگین کلارک بالاتر باشد، بی‌هنجاری مثبت و اگر غلظت آنها از میانگین پایین‌تر باشد، آن را بی‌هنجاری منفی می‌نامند. زمین‌شناسان در پی جوی‌های اکتشافی عناصر، به دنبال یافتن مناطقی با بی‌هنجاری مثبت آن عنصر هستند.

۱. Clark

۲. Ringwood



تفسیر کنید

- نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌های یک منطقه، در جدول زیر ارائه شده است. در کدام عناصر، بی‌هنجاری مثبت و در کدام عناصر، بی‌هنجاری منفی دیده می‌شود؟

عنصر	درصد براساس جرم
Si	۱۷
Fe	۵
Ca	۵/۹
Na	۱
Cu	۰/۷
Pb	۲
Zn	۳
K	۱

یادآوری

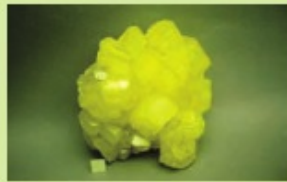
- در کتاب‌های درسی علوم تجربی، با مفهوم ویژگی‌ها و کاربرد برخی از کانی‌ها آشنا شدید. تعیین کنید کدام یک از تصاویر زیر، کانی می‌باشند؟ چرا؟



ب) یخ



الف) نبات



ت) جوهررد



پ) نفت

سری واکنشی بون

در سال‌های قبل آموختید که کانی‌ها به روش‌های مختلفی تشکیل می‌گردند و برخی از آنها (سیلیکات‌ها) حاصل تبلور مواد مذاب (ماگما) در حین سرد شدن است. در مورد تبلور ماگما مطالعاتی در اوایل قرن بیستم توسط بون انجام شد که در مورد تعیین ترتیب تبلور کانی‌های سیلیکاته از یک ماگما بود و به‌عنوان سری واکنشی بون از آن یاد می‌شود.

هنگامی که مذابی سرد می‌شود، کانی‌های متبلور شده با مذاب در تعادل هستند. با پیشرفت روند تبلور کانی‌ها، ترکیب مذاب تغییر می‌کند. بلورهای تشکیل شده قبلی، دیگر با مذاب در تعادل نبوده و ضمن واکنش با ماگما بلورهای جدیدی تشکیل می‌دهند. به عقیده او بیشتر ماگماها ترکیب بازالتی دارند. از این ماگمای اولیه که محتوای آهن و منیزیم نسبتاً بالا و SiO_2 نسبتاً کمی دارد، مطابق شکل ۲-۲، ضمن سرد شدن تدریجی و کاهش دما، کانی‌های مختلف و در نتیجه سنگ‌های آذرین متفاوت به‌وجود می‌آید.

مطابق سری واکنشی بون هر کانی دمای ذوب و تبلور مخصوص خود را دارد و از آنجایی که بیشتر سنگ‌ها از کانی‌های مختلفی تشکیل شده‌اند، هر زمان سنگ‌ها شروع به ذوب کنند، برخی کانی‌ها زودتر و برخی دیرتر ذوب می‌شوند و لذا بسته به دما و درجه ذوب‌شدگی، ماگماهایی با ترکیبات متفاوت ایجاد می‌گردد. بون در حین آزمایشات و مطالعات تجربی خود مشاهده کرد که نخستین کانی‌های حاصل از سرد شدن ماگما، پلاژیوکلاز کلسیم دار و الیون هستند که از تجمع این دو کانی همراه با مقدار پیروکسن، سنگ بازالت یا معادل درونی آن گابرو به وجود می‌آید. با ادامه تبلور، ترکیب ماده مذاب باقیمانده تغییر می‌کند، یعنی تقریباً قسمت مهمی از آهن، منیزیم و کلسیم خود را از دست می‌دهد. در عوض ماده مذاب از عناصری که تاکنون در ساختمان کانی‌ها وارد نشده‌اند (سدیم و پتاسیم) غنی می‌شود. مقدار سیلیس نیز در مایع مذاب باقیمانده افزایش می‌یابد. اگر نخستین بلورها (یعنی الیون و پلاژیوکلاز کلسیم دار) در محلول باقی بمانند و با مایع وارد واکنش شوند، کانی‌هایی با درجات حرارت پایین‌تر از خود را به وجود می‌آورند و این وضع ادامه می‌یابد. توالی تشکیل کانی‌ها را سری واکنشی بون می‌گویند. کانی الیون تشکیل شده، با مایع مذاب باقی مانده واکنش نموده و پیروکسن به وجود آمده است. به‌عنوان مثال:

پیروکسن → مایع مذاب باقیمانده + الیون

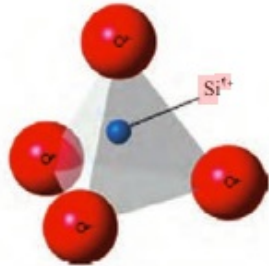
آمفیبول → مایع مذاب باقیمانده + پیروکسن

بیوتیت → مایع مذاب باقیمانده + آمفیبول



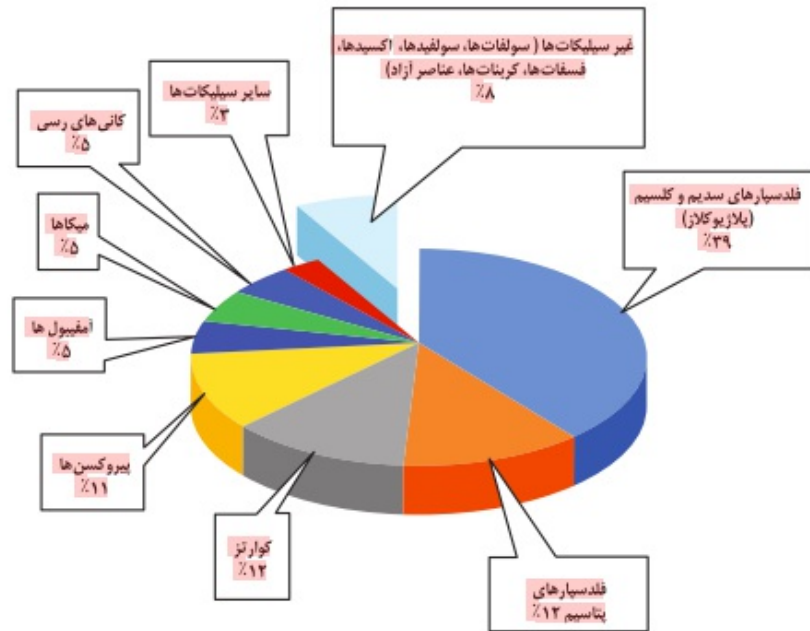
N. Bowen

در انتها، یعنی پس از انجماد قسمت اعظم ماگما، بلورهای فلدسپار پتاسیم، مسکوویت و کوارتز از باقیمانده ماده مذاب متبلور می‌شوند. در قسمت راست نیز ابتدا پلاژیوکلاز کلسیم دار و سرانجام پس از واکنش‌های متعدد پلاژیوکلاز سدیم دار حاصل می‌شود. با توجه به رنگ‌های مختلف در شکل ۲-۲، حداقل چهار نوع سنگ با ترکیب کانی‌شناسی متفاوت به‌وجود می‌آیند و به این طریق می‌توان ثابت کرد که بر اثر جدا شدن بلورهای اولیه (مثلاً ته‌نشین شدن در کف اتاقک ماگمایی) و عدم واکنش با مایع باقیمانده و انجماد، سنگ‌های آذرین مختلف شکل می‌گیرند.



شکل ۱-۲-۱ از اتصال چهار اتم اکسیژن به یک اتم سیلیسیم، فرم چهاروجهی تشکیل می‌شود که واحد بنیادی سیلیکات‌ها است.

کانی‌ها، براساس ترکیب شیمیایی به دو گروه سیلیکات‌ها و غیرسیلیکات‌ها رده‌بندی می‌شوند. سیلیکات‌ها، کانی‌هایی هستند که بیش از ۹۰ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهند و در ترکیب شیمیایی خود، بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) دارند. کانی‌های سیلیکاتی در سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی یافت می‌شوند (شکل ۲-۲). کانی‌های غیرسیلیکاتی، گروهی از کانی‌ها هستند که در ترکیب خود، فاقد بنیان سیلیکاتی هستند. این کانی‌ها نیز در انواع سنگ‌ها یافت می‌شوند.



شکل ۲-۲-۲ درصد وزنی کانی‌های سازنده پوسته زمین

به گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز ارزشمند اقتصادی وجود دارد، کانه اطلاق می‌شود. مانند مگنتیت که از آن آهن و یا گالن که از آن سرب استخراج می‌شود. برخی از کانه‌ها به صورت آزاد هم یافت می‌شوند؛ مانند طلا، نقره و مس.

نوع سنگ آذرین (درونی / بیرونی)	سری‌های واکنشی بیون	دما
پریدوتیت / کمانتیت	کلسیم زیاد	بالا ترین دما ۱۳۰۰°C
گابرو / بازالت	فلدسپارهای پلاژیوکلاز سری پیوسته	سرد شدن دما
دیوریت / آنزیت	سدیم زیاد	
گرانیت / ریولیت	فلدسپار پتاسیم میکسکوویت کوارتز	پایین ترین دما ۷۰۰°C

شکل ۲-۲-۲ تصویر شماتیک سری‌های واکنشی بیون (Bowen)

کانه

از تعداد بی‌شمار کانی‌های شناخته شده در پوسته زمین، گروه اندکی از آنها دارای یک فلز ارزشمند اقتصادی هستند که به آنها کانه گفته می‌شود. کانه‌ها می‌توانند دارای ترکیبات متعدد سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی باشند و در همه سنگ‌ها (رسوبی، آذرین و دگرگونی) یافت شوند. کانه‌ها دارای تمرکز بالاتری از فلز در خود هستند و مانند کانی‌ها ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارند. به عنوان مثال هماتیت (Fe_2O_3) کانه آهن است، زیرا تمرکز بالایی از آهن در خود دارد. کانی بیون ($\text{Fe,Mg},\text{SiO}_2$) هم در ترکیب خود آهن دارد اما کانه آهن محسوب نمی‌شود، چرا که نسبت به هماتیت، تمرکز پایین‌تری از آهن دارد. برخی از کانه‌ها مانند طلا، نقره و مس به صورت آزاد هم یافت می‌شوند.

کانسنگ

هر ماده‌ای که طی فرایندهای طبیعی شکل گرفته باشد و بتوان از آن ماده یا مواد با ارزش و سودمندی استخراج و به بازار مصرف عرضه کرد، کانسنگ (سنگ معدن) نام دارد. مواد ارزشمند کانسنگ‌ها (کانه‌ها) همواره با مواد بی‌ارزشی همراه هستند که استخراج آنها اقتصادی نیست و به آنها باطله می‌گویند. به عنوان مثال کالکوپیریت یا فرمول شیمیایی (CuFeS_2) یکی از مهم‌ترین کانه‌های فلز مس است (شکل ۲-۳) که همراه با کانی‌های باطله مختلفی مانند کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت (FeS_2) و غیره، کانسنگ مس را تشکیل می‌دهند.



شکل ۲-۳-۳ کالکوپیریت

گاهی در مناطقی از پوسته زمین با تمرکز غیرعادی از یک یا چند کانه با ارزش و دارای سود کافی برای استخراج روبه‌رو هستیم که به آن کانسار می‌گوییم. به عبارت دیگر کلارک تمرکز عنصر مورد نظر در آن منطقه به عددی رسیده است که استخراج آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

گفت و گو کنید

- در ساخت سرامیک و شیشه، از چه کانی‌هایی استفاده می‌شود؟
- در مورد کانه‌های زیر، اطلاعات جمع‌آوری و جدول زیر را کامل کنید.

کانه	ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی
هماتیت		
مگنتیت		
کالکوپیریت		
گالن		

کانسنگ

سنگ معدنی یا کانسنگ، از دو بخش کانه، و باطله تشکیل شده است. کانه، بخش ارزشمند کانسنگ است و باطله، به موادی که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارند، گفته می‌شود.

برای مثال کالکوپیریت، به فرمول شیمیایی $CuFeS_2$ مهم‌ترین کانه کانسنگ فلز مس است. در معادن مس، این کانی همراه با کانی‌های باطله مختلفی مانند کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت FeS_2 و ... کانسنگ مس را تشکیل می‌دهند.



شکل ۲-۳. کالکوپیریت مهم‌ترین کانه مس (زمینه کانی کوارتز)

در بخش‌هایی از پوسته زمین، غلظت عناصر در یک منطقه نسبت به غلظت میانگین، افزایش می‌یابد و حجم زیادی از ماده معدنی در آنجا متمرکز می‌شود (بی‌هنجاری مثبت). به طوری که استخراج آن از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه است که به این مناطق، کانسار می‌گویند.

استخراج ماده معدنی یا کانسنگ، اغلب پرهزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداري آغاز می‌شود که یک عنصر یا حجم و غلظت کافی در ماده معدنی وجود داشته باشد. با شروع بهره‌برداري یا معدنی‌کاری، یک معدن شکل می‌گیرد.



شکل ۲-۴. کاربرد کانی‌های صنعتی در سفالگری لاجین همدان، به دلیل وجود ذخایر مناسب خاک رس در آن منطقه

افزون بر کانسنگ‌ها، مواد معدنی دیگری هم برای کاربردهای صنعتی یا روزمره استخراج می‌شوند که فلزی نیستند. مانند: شن و ماسه در ساختمان‌سازی، خاک رس در ساخت آجر یا کاشی و سرامیک، سنگ‌های ساختمانی که در نمای ساختمان‌ها، کفیوش، پله و دیوارها به کار می‌روند. به این نوع از سنگ‌ها و کانی‌های غیرفلزی، سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی نیز می‌گویند.

فعالیت تکمیلی

- کلارک تمرکز برای عناصر مختلف از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\text{کلارک تمرکز} = \frac{\text{حداقل عیار جهت استخراج سودآور یک عنصر}}{\text{میانگین فراوانی پوسته (کلارک)}}$$

کلارک تمرکز عناصر درج شده در جدول را تعیین کنید.

عنصر	حداقل عیار جهت استخراج سودآور	کلارک تمرکز
آلمینیم	۲۲	
منگنز	۲۵	
مس	۱	
سرب	۴	

استخراج ماده معدنی از کانسنگ، اغلب پرهزینه است و تنها در صورتی بهره‌برداري آغاز می‌شود که حجم و تمرکز کافی از ماده معدنی وجود داشته باشد. با شروع بهره‌برداري یا معدنی‌کاری، یک معدن شکل می‌گیرد.

در کنار کانسنگ‌های فلزی، گروهی از مواد معدنی غیرفلزی شامل کانی‌ها و سنگ‌ها جهت مصارف روزمره و صنعتی استخراج می‌شوند، کانی‌هایی همانند ژئیت در تهیه گچ بنایی و مسکویت در تهیه حلق سوز کاربرد دارند، سنگ گرانیت در نمای ساختمان و شن و ماسه در تهیه بتن به کار می‌روند. این کانی‌ها و سنگ‌ها را کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی می‌نامند.

فعالیت تکمیلی

- علاوه بر عوامل حجم و غلظت، چه عواملی در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟
- به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداري مجدد قرار می‌گیرند؟

طبقه‌بندی کانسنگ‌ها

کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوه تشکیل، به سه دسته ماگمایی، گرمایی و رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) کانسنگ ماگمایی: بسیاری از کانسنگ‌ها حاصل سرد شدن ماگما و فرایندهای آذرین مرتبط با آن هستند. کانسنگ‌های فلزاتی چون نیکل، کروم، پلاتین و آهن می‌توانند از یک ماگمای در حال سرد شدن، تشکیل شوند. همچنان که دمای ماگما کاهش می‌یابد، تبلور کانی‌ها مطابق سری واکنشی بوون و براساس دمای تبلور، عمدتاً در نزدیکی سقف اتاقک ماگمایی که سردتر است آغاز می‌شود (شکل ۲-۴) و ابتدا کانی‌های آهن و منیزیم‌دار مثل کرومیت و مگنتیت در کنار الومین متیلور می‌شوند و چون چگالی این کانی‌ها از مذاب باقیمانده بیشتر است، در کف اتاقک ماگمایی ته‌نشین می‌شوند و لایه‌هایی از کانسنگ کروم، آهن و سایر عناصر را به وجود می‌آورند (شکل ۲-۴).

فکر کنید

- با آنکه آلومینیم در پوسته زمین فراوان است، چرا معادن این فلز کمیاب و اغلب در مناطق پرباران و گرم استوایی می‌باشد؟
- علاوه بر عوامل حجم و غلظت، چه عواملی در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟

در برخی موارد، بخش غیراقتصادی یا باطله یک کانسنگ، به عنوان شن و ماسه در زیرسازی جاده‌ها و... استفاده می‌شود.

گفت و گو کنید

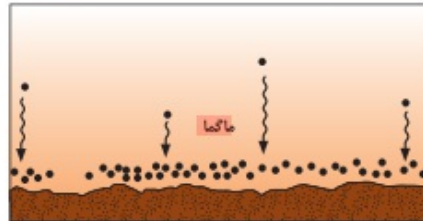
- ۱- در آب دریاها، مقداری عنصر طلا وجود دارد. به چه دلیل، طلا را از دریا استخراج نمی‌کنیم؟
- ۲- به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره‌برداری مجدد قرار می‌گیرد؟

کانسنگ‌ها براساس منشأ و نحوه تشکیل، به سه دسته ماگمایی، گرمایی و رسوبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) کانسنگ‌های ماگمایی: کانسنگ‌های برخی عناصر فلزی مانند کروم، نیکل، پلاتین و آهن می‌توانند از یک ماگمای در حال سرد شدن، تشکیل شوند. با سرد شدن و تبلور یک ماگما، این عناصر که چگالی نسبتاً بالایی دارند، در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند و این کانسنگ‌ها را می‌سازند (شکل ۲-۵ الف).



ب) معدن آهن خنارت - بافق بزد



الف) ته‌نشست کانسنگ کرومیت در کف مخزن ماگمایی

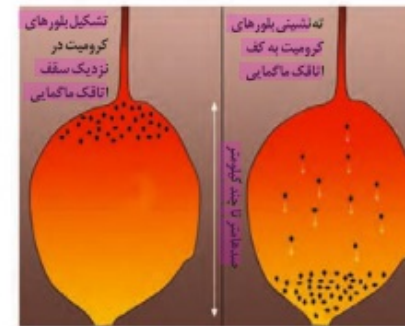
شکل ۲-۵

اگر پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقدار آب و مواد قزاز مانند کربن‌دی‌اکسید و... فراوان و از طرفی زمان تبلور بسیار کند و طولانی باشد، شرایط برای رشد بلورهای تشکیل دهنده سنگ، فراهم و سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود (شکل ۲-۶) که می‌تواند کانسار مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند زمرد یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) باشد.



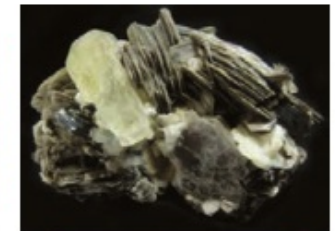
شکل ۲-۶ - سنگ پگماتیت

ب) کانسنگ‌های گرمایی: در پوسته زمین، به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد. به این تغییرات



شکل ۲-۴ - چگونگی تشکیل و ته‌نشینی بلورهای کرومیت در اتاقک ماگمایی

مطابق سری واکنشی بیون، با کاهش دما و جدا شدن یون‌های آهن و منیزیم از ترکیب ماگما و مشارکت آنها در تشکیل کانی‌هایی مانند الیون، پیروکسن و آمفیبول به تدریج مقدار آب و مواد فرار همچون کربن دی‌اکسید در ماگما افزایش یافته و ماگما رقیق‌تر می‌شود. حضور مقادیر زیاد آب و مواد فرار علاوه بر سرعت بخشیدن به انتقال اتم‌ها در ماگما، منجر به پایین آمدن نقطه انجماد ماگما گردیده و زمان تبلور بسیار کند و طولانی شده و شرایط برای رشد بلورهای تشکیل دهنده سنگ فراهم می‌گردد و سنگ‌هایی با بلورهای بسیار درشت، به نام پگماتیت تشکیل می‌شود.

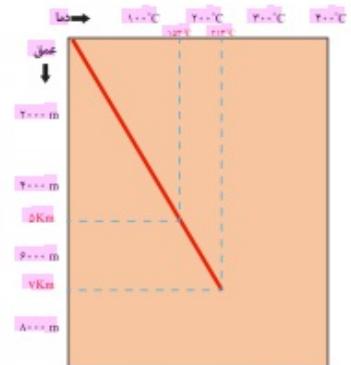


شکل ۲-۴ - بلورهای درشت مسکوویت در پگماتیت

کانی‌های سازنده پگماتیت‌ها مشابه کانی‌های سازنده گرانیت‌ها بوده و شامل کوارتز، فلدسپار و مسکوویت است و می‌تواند منابع مهمی برای بعضی عناصر خاص مانند لیتیم و سزیم و بعضی کانی‌های گوهری مانند بریل یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت (طلق نسوز) باشد (شکل ۲-۵ ب).

ب) کانسنگ گرمایی: در پوسته زمین، به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، به‌طور میانگین ۳ درجه سانتی‌گراد دما افزایش می‌یابد. به این تغییرات دما به‌ازای افزایش عمق در پوسته زمین، شیب زمین گرمایی می‌گویند (شکل ۲-۶). دمای آب موجود در بخش‌های عمیق پوسته، به علت گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی و یا حضور توده‌های مذاب، افزایش می‌یابد. منشأ این آب‌ها ممکن است از ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و یا آب‌های زیرزمینی راه یافته به اعماق زمین باشد.

ماهیت آب منشأ گرفته از ماگما می‌تواند با آب خالص متفاوت و حاوی کاتیون‌های فلزی مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، طلا و... باشد. دمای آب‌های با منشأ اقیانوسی و جوی پس از نفوذ به اعماق زمین به تدریج افزایش یافته و هم‌زمان مقدار مواد محلول آنها نیز زیاد می‌شود.



شکل ۲-۶ - نمودار شیب زمین گرمایی



شکل ۲-۷-۲. رگه کانسنگ حاوی طلا

دما در پوسته زمین، شیب زمین گرمایی می‌گویند. در بخش‌های عمیق پوسته، به علت گرمای ناشی از شیب زمین گرمایی و یا توده‌های مذاب، دمای آب‌های موجود در این مناطق افزایش می‌یابد. منشأ این آب‌ها ممکن است از ماگما، آب‌های نفوذی بستر اقیانوس‌ها و یا آب‌های زیرزمینی راه یافته به اعماق زمین باشد که باعث انحلال برخی از عناصر می‌شوند. این آب‌ها، برخی عناصر را به شکل کانسنگ در داخل شکستگی‌های سنگ ته‌نشین می‌کنند و رگه‌های معدنی را می‌سازند (شکل ۲-۷). از آنجا که عامل تشکیل این کانسنگ‌ها، آب گرم است، کانسنگ‌های گرمایی نامیده می‌شوند. بسیاری از ذخایر مس، سرب، روی،

مولیبدن، قلع و برخی فلزات دیگر، منشأ گرمایی دارند.

پ) کانسنگ‌های رسوبی: ذخایر سرب و روی موجود در سنگ‌های آهکی، مس و اورانیم موجود در ماسه سنگ‌ها، نمونه‌هایی از کانسنگ‌های رسوبی مهم هستند. گاهی هوازدگی سنگ‌ها، باعث می‌شود تا کانی‌های آن در رسوبات تخریبی رودخانه به علت چگالی زیاد ته‌نشین شده و به صورت خالص قابل بهره‌برداری شود، مانند پلاسرها، طلا، الماس، پلاتین و... از هزار سال پیش تاکنون در منطقه تخت سلیمان تکاب، از رودخانه زرشوران، طلا برداشت می‌شود.

اکتشاف معدن

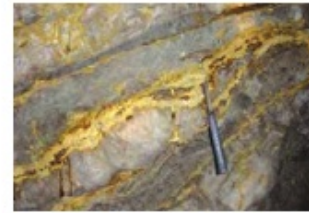
تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته زمین رخ می‌دهد. با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آنها، می‌توان ذخایر معدنی را پیدا کرد.

در اولین مرحله اکتشاف، زمین‌شناسان با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد، شناسایی می‌کنند. برای مثال زمین‌شناسان می‌دانند که ذخایر زغال‌سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد و یا اینکه آب‌وهوای گرم و خشک، مستعد تشکیل سنگ رسوبی تیخیری مانند گچ و نمک و زئیس است. در مرحله بعد، آنها با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و پنهان را شناسایی می‌کنند.

پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که ماده معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد. این حفاری‌ها ممکن است تا صدها متر ادامه یابد. نمونه‌های تهیه شده از حفاری، برای شناسایی کانی‌های موجود در آنها و تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی به آزمایشگاه حمل و در آنجا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در نهایت، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به دست آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

پس از پایان عملیات اکتشاف، با تعیین اقتصادی بودن ذخایر، عملیات استخراج آغاز می‌شود. روش استخراج، بر اساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته، تعیین می‌شود. استخراج به



شکل ۲-۷-۲. رگه طلا همراه کوارتز

توده‌های آذرین مذاب در اعماق یا نقش حرارتی خود سبب ایجاد جریان همرفت در این آب‌ها شده و آب‌های مزیور ضمن چرخش در سنگ‌ها، کاتیون‌های فلزی مختلفی را در خود حل می‌کند. آب‌های ماگمایی و سایر آب‌هایی که با نفوذ به عمق گرم شده‌اند، ضمن صعود به سمت سطح زمین، هم‌زمان با کاهش فشار، دمای آنها نیز کاهش یافته و در نتیجه کاتیون‌های فلزی در شکستگی‌ها ته‌نشین شده و رگه‌های معدنی از فلزات مختلف تشکیل می‌گردد (شکل ۲-۷).

پ) کانسنگ رسوبی: بخشی از کانسنگ‌ها در سنگ‌های رسوبی قرار دارند و به وسیله فرایندهای رسوبی شکل می‌گیرند. مثلاً کانسنگ‌های آهن نواری حاصل ته‌نشینی شیمیایی اجزای تشکیل دهنده‌شان در محیط رسوبی هستند. ابتدا مواد به صورت محلول وارد محیط شده و سپس با تشکیل ترکیبات غیرمحلول ته‌نشین می‌شوند و کانسارهای رسوبی شیمیایی را به وجود می‌آورند. هرگاه سنگ‌های حاوی کانی‌های با چگالی بالا و مقاوم تحت تأثیر فرسایش قرار گیرند، کانی‌های چگال‌تر که دارای مقاومت فیزیکی و شیمیایی بالایی هستند آزاد شده و توسط عوامل حمل‌کننده به محل‌های تجمع مانند رودخانه و دریا انتقال یافته و کانسنگ‌های رسوبی پلاستی را تشکیل می‌دهند. فلزاتی مانند طلا و پلاتین می‌توانند تشکیل ذخایر پلاستی را دهند. برداشت طلا از رودخانه زرشوران نمونه‌ای از ذخایر پلاستی است که سابقه طولانی دارد.

اکتشاف معدن

تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته زمین رخ می‌دهد. با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آنها، می‌توان ذخایر معدنی را شناسایی کرد. هرچند کشف یک کانسار به پیدا کردن یک سوزن در انباری از گاه تشبیه شده است. در اولین مرحله اکتشاف، زمین‌شناسان به بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارش‌ها و مطالعات قبلی می‌پردازند. سپس در بازدید صحرایی، مناطقی را که احتمال تشکیل ذخایر معدنی در آن وجود دارد را شناسایی می‌کنند؛ در واقع محل اصلی کار زمین‌شناس، طبیعت است. برای مثال زمین‌شناسان می‌دانند که ذخایر زغال‌سنگی را همواره باید در سنگ‌های رسوبی جست‌وجو کرد. لذا مطالعات و بررسی‌های اولیه خود را در مناطقی که از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده، متمرکز می‌کنند. در مرحله بعد، آنها با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها، مانند خواص مغناطیسی کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها، تغییرات میدان گرانش زمین و... با کمک روش‌های ژئوفیزیکی، ذخایر زیرسطحی و عمق آنها را شناسایی می‌کنند. پس از مشخص شدن موقعیت تقریبی یک توده معدنی در زیر زمین، حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق، تا حدی که ماده معدنی وجود دارد، انجام می‌گیرد. این حفاری‌ها ممکن است تا صدها متر ادامه یابد. نمونه‌های تهیه شده از حفاری، برای شناسایی کانی‌های موجود در آنها و تعیین عیار فلز یا کیفیت ماده معدنی به آزمایشگاه حمل و در آنجا توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در نهایت، زمین‌شناسان یا مهندسان اکتشاف، تمامی داده‌های به دست آمده را با نرم‌افزارها تحلیل و مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی را تعیین می‌کنند.

استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

پس از پایان عملیات اکتشاف، با تعیین اقتصادی بودن ذخایر، عملیات استخراج آغاز می‌شود. روش استخراج، بر اساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته، تعیین می‌شود. استخراج به روش‌های روباز یا زیرزمینی صورت می‌گیرد (شکل ۲-۸).

جمع‌آوری اطلاعات

• در مورد ذخایر پلاستی طلای ایران اطلاعات جمع‌آوری کنید و محل آنها را بر روی نقشه ایران نشان دهید.

روش های روباز یا زیرزمینی صورت می گیرد (شکل ۸-۲). همان طور که گفته شد، در کانسنگ استخراج شده از معدن، افزون بر کانه، کانی های باطله نیز وجود دارند. برای مثال در کانسارهای مس، عنصر مس در کانه های مختلفی مانند کالکوپیریت و تعدادی کانه دیگر، یافت می شود. عیار عنصر مس در این کانسنگ ها کمتر از یک درصد است. بنابراین بیش از نود و نه درصد کانسنگ استخراج شده، باطله است که باید از آن جدا شود.



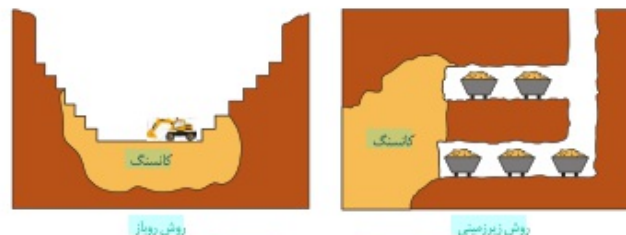
الف) روش روباز

ب) روش زیرزمینی

شکل ۸-۲. روش های استخراج ماده معدنی

لذت زمین شناسی

• بازدیدهای صحرائی در شرایط هیجان انگیز، در مناطق مختلف انجام می شود. دیدن مناطق جدید و بکر، کار کردن در روز و اقامت شبانه در صحرا (فیلمد) و دور از هیاهوی شهرها و کشف رازهای زمین، از بخش های لذت بخش و جذاب زندگی زمین شناسان است. در واقع محل اصلی کار زمین شناس، طبیعت است.



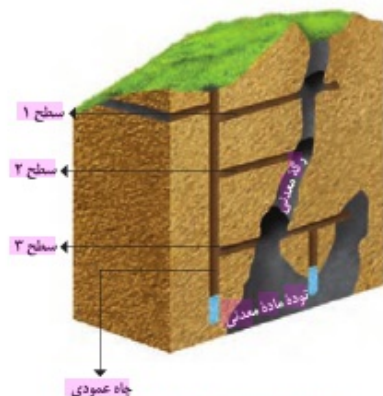
روش روباز

روش زیرزمینی

شکل ۸-۳. روش های استخراج ماده معدنی

جمع آوری اطلاعات

• در مورد مزایا و معایب دو روش استخراج روباز و زیرزمینی مطالبی جمع آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.



چاه عمودی

شکل ۸-۳. نحوه بهره برداری از معادن زیرزمینی

پیوند با ریاضی

• عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن، حدود ۲ ppm است. محاسبه کنید در یک معدن طلا، از ۳ تن سنگی که استخراج می شود، چند گرم طلا به دست می آید؟

گوهرها، زیبایی شگفت انگیز دنیای کانی ها

از روزگاران کهن، انسان از زیبایی و ویژگی های خیره کننده کانی ها، برای زیباتر جلوه دادن خود استفاده می کرده است. این موضوع، به فطرت زیادوستی و زیبایی شناسی که خداوند متعال در نهاد انسان قرار داده است، برمی گردد. شاید این یکی از مهم ترین دلایل ایجاد علم گوهرشناسی و پیشرفت های بعدی آن بوده است. لازم به ذکر است که تنها از میان حدود ۴۰۰۰ کانی شناخته شده، حدود ۱۰۰ کانی، ویژگی های لازم یک گوهر را دارند.

گوهرها یا جواهر، شامل سنگ ها و کانی های قیمتی و نیمه قیمتی است که به دلیل زیبایی، درخشش، سختی زیاد، رنگ و کمیاب بودن، از سایر کانی ها و سنگ ها متمایز هستند و مورد توجه

جمع آوری اطلاعات

• در مورد فرایند فراوری طلا از کانسنگ، اطلاعات جمع آوری کرده و در کلاس ارائه دهید.

همان طور که گفته شد، در کانسنگ استخراج شده از معدن، افزون بر کانه، کانی های باطله نیز وجود دارند. برای مثال در کانسارهای مس، عنصر مس در کالکوپیریت و تعدادی کانه دیگر، یافت می شود. عیار عنصر مس در برخی از کانسنگ های آن، کمتر از یک درصد است. بنابراین بیش از نود و نه درصد کانسنگ استخراج شده، باطله است که باید از آن جدا شود. به فرایند جداسازی کانی های مفید اقتصادی از باطله، کانه آرای (فراوری) ماده معدنی گفته می شود که در کارخانه های کنار معدن انجام می شود. محصول نهایی (کنسانتره) که همان کانه جدا شده از کانسنگ می باشد، برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب، منتقل یا به طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می شود.

پیوند با ریاضی

• اگر عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن ۲ppm باشد، محاسبه کنید در یک معدن طلا، از ۳ تن سنگی که استخراج می شود، چند گرم طلا به دست می آید؟

گوهرها، زیبایی شگفت انگیز دنیای کانی ها

از روزگاران کهن، انسان از ویژگی های خیره کننده بعضی از سنگ ها و کانی ها، برای زیباتر جلوه دادن خود استفاده می کرده است. گوهرها به دلیل زیبایی، درخشش، سختی زیاد، رنگ و کمیاب بودن، از سایر کانی ها و سنگ ها متمایز می شوند و مورد توجه خاص انسان ها قرار می گیرند. زیبایی اغلب گوهرها نتیجه ترکیبی از دو یا تعداد بیشتری از این ویژگی ها است. علاوه بر اینها سختی و کمیاب بودن نیز از ویژگی های لازم برای یک گوهر محسوب می شود.

سختی کانی را می توان به عنوان مقاومت آن در مقابل خراشیده شدن یا ساییدگی به وسیله سایر اجسام تعریف نمود. سختی کانی ها بیشتر به طرز قرار گرفتن اتم ها در شبکه بلورین و نوع پیوندهای اتمی بستگی دارد تا ترکیب شیمیایی آنها. برای توصیف سختی کانی ها، از مقیاس موهس استفاده می شود. در این مقیاس تالک با عدد یک نرم ترین و الماس با عدد ۱۰ سخت ترین کانی بوده و بر روی سایر کانی ها خراش می اندازد.

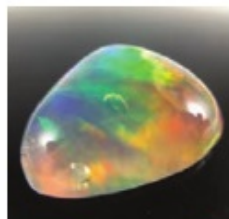
خاص انسان‌ها قرار می‌گیرند. سختی کانی‌ها، براساس مقیاس سختی موهس توصیف می‌شود. این مقیاس بین عدد ۱ (نرم‌ترین در تالک) تا عدد ۱۰ (سخت‌ترین در الماس) تقسیم‌بندی می‌گردد. زیبایی رنگ و درخشندگی گوهرهایی مانند یاقوت، زمرد، فیروزه، عقیق و آمیتیست (کوارتز بنفش)، توجه هر کسی را به خود جلب می‌کند. گوهرها، نمونه‌های بسیار زیبا و خاص و کمیاب دنیای کانی‌ها هستند که توسط فرایندهای ماگمایی، گرمایی و دگرگونی، اکثراً تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و گاهی با حضور مواد فزّار به وجود می‌آیند.

بیشتر بدانید

- استفاده از گوهرها به حدود ۹۰۰۰ سال پیش از میلاد برمی‌گردد. احتمالاً اولین بار هندی‌ها و ایرانیان و پس از آنها مصریان در ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، از گوهرها استفاده می‌کردند. وجود آویزها و مهره‌های آرایشی از جنس تالک، اسلیت، مرمر و صدف در آثار مربوط به ۱۰۶۵۰ سال پیش در بلندی‌های برادوست کردستان نشانگر این مطلب است. همچنین کشف مهره‌های زینتی از جنس فیروزه و سنگ لاچورد در تپه زاغه در جنوب قزوین، مربوط به ۸ تا ۹ هزار سال پیش و نیز پیدا شدن مهره‌های فیروزه‌ای در قبرهای دره محمد جعفر متعلق به ۶ هزار سال پیش، و داد و ستد تالک، سنگ چخماق، مرمر سفید، عقیق، فیروزه، صدف دریایی و سنگ لاچورد، بین عیلامیان و سومری‌ها در شهر تپه بچی در ۵ تا ۶ هزار سال قبل، همگی نشان‌دهنده قدمت و تاریخ استفاده از گوهرها و سنگ‌های زینتی در ایران هستند.
- در ایران، از قرن دوم تا یازدهم هجری قمری، حدود ۲۵ کتاب در زمینه کانی‌شناسی و گوهرشناسی تألیف شده که معتبرترین آنها از لحاظ علمی، کتاب‌های الجماهر ابوریحان بیرونی و تنسوق نامه خواجه نصیرالدین توسی است.
- جواهرات، اغلب در ابعاد کوچک یافت می‌شوند و جرم آنها برحسب قیراط اندازه‌گیری می‌شود. هر قیراط معادل ۰/۲ گرم می‌باشد.

پاسخ دهید

- اگر یک گوهر، سختی کافی نداشته باشد، در برابر خراشیدگی مقاوم نیست و از بین می‌رود. برخی خواص دیگر، مانند بازی رنگ، به کانی‌ها درخشندگی و زیبایی خاصی می‌دهد. مانند کانی کریزوبریل یا درخشندگی چشم گریه و نوعی گوهر سیلیسی به نام آپال (معروف به آپال گرانبها) که درخشش رنگین‌کمانی دارد (شکل ۲-۱۰).



بها درخشش رنگین‌کمانی در گوهر آپال



بها شباهت گوهر کریزوبریل یا چشم گریه

شکل ۲-۹



لقاح درخشندگی در کانی کریزوبریل (گوهر چشم گریه)

جدول سختی موهس

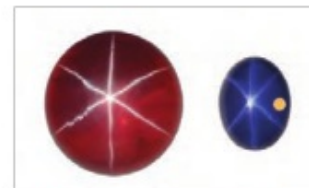
کانی	تالک	ژیپس	کلسیت	فلونوریت	اپاتیت	ارتوکلاز	کوارتز	توپاز	کرنوم	الماس
سختی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

بیشتر بدانید

معدودی از گوهرها اثرات نوری خاصی را در نور مرئی نشان می‌دهند، به عبارتی حالتی خاص در گوهرها که ناشی از انعکاس، شکست و یا جذب نور در آن است را پدیده نوری می‌گویند. برخی از پدیده‌های نوری زیبا در گوهرها شامل پدیده چشم گریه‌ای در کانی کریزوبریل، ستاره‌واری در یاقوت، بازی رنگ و درخشش رنگین‌کمانی در آپال (نوعی گوهر سیلیسی) و تغییر رنگ در گوهر الکساندریت است. گوهرها، توسط فرایندهای ماگمایی، گرمایی و دگرگونی، اکثراً تحت شرایط خاصی مانند دما و فشار زیاد در اعماق زمین و گاهی با حضور مواد فزّار به وجود می‌آیند.

پاسخ دهید

- حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژیپس نمی‌تواند یک کانی قیمتی باشد؟



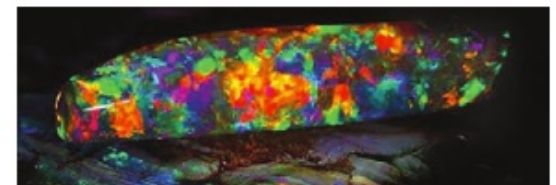
شکل ۲-۱۰. پدیده ستاره‌واری در گوهر یاقوت



شکل ۲-۹. پدیده چشم گریه ای در گوهر کریزوبریل



شکل ۲-۱۲. پدیده تغییر رنگ در گوهر الکساندریت



شکل ۲-۱۱. پدیده درخشش رنگین‌کمانی در گوهر آپال

گفت و گو کنید

- گوهرها را چگونه تراش می دهند؟
- تفاوت الماس و برلیان در چیست؟
- از الماس در سر مته حفاری استفاده می کنند. علت چیست؟



شکل ۲-۱۱ الماس

الماس: گوهری با ترکیب کربن خالص است که در دما و فشار بسیار زیاد، در گوشته زمین تشکیل می شود. این کانی، افزون بر استفاده گوهری، در ساینده ها نیز کاربرد دارد (شکل ۲-۱۱).

یاقوت: نام علمی آن کزندوم (اکسید آلومینیم) است. کانی کزندوم به رنگ آبی و سرخ دیده می شود، رنگ آبی آن یاقوت کبود و رنگ قرمز آن را یاقوت سرخ می گویند. این کانی بعد از الماس، سخت ترین کانی می باشد (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲ انواع کزندوم

زمرد: معروف ترین و گران ترین سیلیکات برلییم که به رنگ سبز یافت می شود را «زمرد» می نامند (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳ زمرد (بریل)

الماس: گوهری بسیار گران بها با ترکیب کربن خالص است که در دما و فشار بسیار زیاد، در گوشته زمین (در عمق حدود ۱۵۰ کیلومتری) تشکیل می شود. افزون بر استفاده گوهری، نمونه های غیر شفاف آن در مته های حفاری و ساینده ها نیز کاربرد دارد (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۲ گوهر الماس

یاقوت: نام علمی آن کزندوم (اکسید آلومینیم) است. کانی کزندوم به رنگ های مختلف دیده می شود، رنگ قرمز آن را یاقوت سرخ (روبی) و برای نام گذاری سایر رنگ های آن، کلمه سافیر را قبل از رنگ آن می آورند مانند سافیر آبی (شکل ۲-۱۴). این کانی بعد از الماس، سخت ترین کانی است.



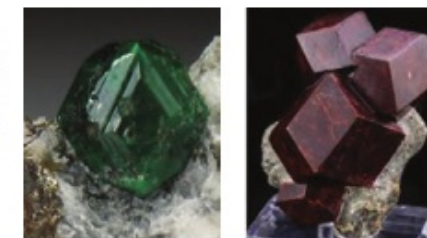
شکل ۲-۱۴ گوهر یاقوت

زمرد: سیلیکات برلییم (بریل) به رنگ های مختلف و در سنگ های آذرین یافت می شود که معروف ترین و گران ترین نوع بریل با رنگ سبز، زمرد نام دارد (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵ گوهر زمرد

گارنت: نوعی کانی سیلیکاتی است که در سنگ های دگرگونی یافت می شود و معمولاً به رنگ سبز، قرمز، زرد، نارنجی و غیره، دیده می شود. فراوان ترین رنگ آن، قرمز تیره است. گارنت سبز در منطقه باغ برج کرمان شهرت جهانی دارد (شکل ۲-۱۶).

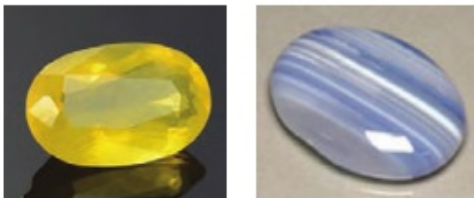


شکل ۲-۱۶ گوهر گارنت

گمانته: از کانی‌های سیلیکاتی است که در سنگ‌های دگرگونی یافت می‌شود و معمولاً به رنگ سبز، قرمز، زرد، نارنجی و ... دیده می‌شود. فراوان‌ترین رنگ آن، قرمز تیره است (شکل ۲-۱۴).



شکل ۲-۱۴. گارنت



عقیق: کانی سیلیسی با ترکیب شیمیایی SiO_2 با رنگ‌های متنوع است که به نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود. عقیق، یک نوع کوارتز نیمه قیمتی است که در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵. عقیق

زبرجد: به نوع شفاف و قیمتی کانی آلومین، زبرجد می‌گویند. این کانی، سیلیکاتی و به رنگ سبز زیتونی است به همین دلیل به آن آلومین گفته می‌شود (شکل ۲-۱۶).



شکل ۲-۱۶. زبرجد



شکل ۲-۱۷. گوهر عقیق

عقیق: گوهری سیلیسی با رنگ‌های متنوع و ترکیب شیمیایی (SiO_2) است که با نام‌ها و تراش‌های مختلف در بازار عرضه می‌شود. عقیق، در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود.

گفت و گو کنید

- گوهرها را چگونه تراش می‌دهند؟
- تفاوت الماس و برلیان در چیست؟
- از الماس در سر مته حفاری استفاده می‌کنند. علت چیست؟

زبرجد: به نوع شفاف و قیمتی کانی آلومین، زبرجد می‌گویند. این کانی، سیلیکاتی و به رنگ سبز زیتونی است به همین دلیل به آن آلومین گفته می‌شود (شکل ۲-۱۸).



شکل ۲-۱۸. زبرجد

فیروزه: از گوهرهای قدیمی شناخته شده با ترکیب فسفاتی است. فیروزه برای اولین بار در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور یافت شد و به دیگر نقاط جهان صادر گردید. فیروزه نیشابور به عنوان بهترین فیروزه دنیا شهرت جهانی دارد.



شکل ۲-۱۹. گوهر فیروزه (نور کوایز)

سوخت‌های فسیلی

انرژی، برای انجام تمامی فعالیت‌های انسان ضروری است. انسان از گذشته دور، از منابع طبیعی برای تولید انرژی استفاده کرده است. از میان منابع مختلف انرژی در دسترس، سوخت‌های فسیلی اهمیت زیادی دارند و در بیشتر کشورهای جهان، به عنوان منابع اصلی تولید انرژی به شمار می‌روند. سوخت‌های فسیلی از انباشته شدن و تجزیه مواد آلی گیاهی، جانوری و جلبک‌ها در رسوبات و سنگ‌های رسوبی به وجود می‌آیند.

نفت و گاز: هیدروکربن‌هایی هستند که به طور طبیعی، به صورت مایع، گاز و نیمه جامد در زمین وجود دارند. برخلاف زغال سنگ که در محیط‌های خشکی مانند محیط مردابی (اکسیژن اندک) تشکیل می‌شود، جاندارانی که باعث تشکیل نفت خام می‌شوند در اعماق کم که

فیروزه: از گوهرهای قدیمی شناخته شده که دارای ترکیب فسفاتی است و برای اولین بار در سنگ‌های آتشفشانی اطراف نیشابور یافت شد و به دیگر نقاط جهان صادر گردید. (شکل ۲-۱۷).



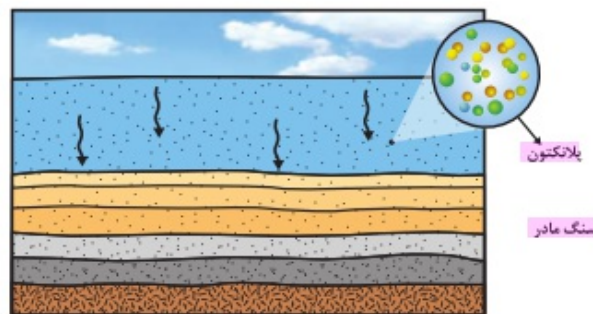
شکل ۲-۱۷. فیروزه (تورکواز).

سوخت‌های فسیلی

انرژی، برای انجام تمامی فعالیت‌های انسان ضروری است. انسان از گذشته دور، از منابع طبیعی برای تولید انرژی استفاده کرده است. از میان منابع مختلف انرژی در دسترس، سوخت‌های فسیلی اهمیت زیادی دارند و در بیشتر کشورهای جهان، به عنوان منابع اصلی تولید انرژی به شمار می‌روند. سوخت‌های فسیلی از تجزیه مواد آلی گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند که در رسوبات یا سنگ‌های رسوبی ذخیره شده‌اند.

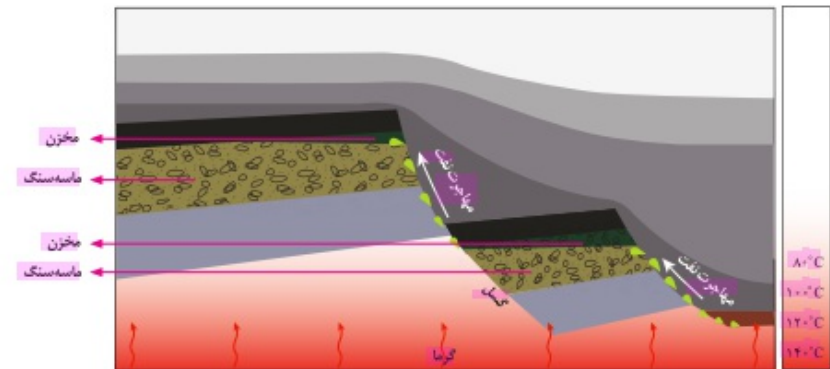
نفت و گاز: هیدروکربن‌هایی هستند که به طور طبیعی، به صورت مایع، گاز و نیمه جامد در زمین وجود دارند. برخلاف زغال سنگ که در محیط‌های خشکی مانند محیط مردابی (اکسیژن اندک) تشکیل می‌شود، نفت خام در محیط دریایی کم عمق (کمتر از ۲۰۰ متر) به وجود می‌آید. در این محیط‌ها، جاندارانی مانند پلانکتون‌ها، مهم‌ترین منشأ مواد آلی هستند. بقایای این موجودات پس از مرگ، در رسوبات ریزدانه بستر دریا مدفون می‌شوند. ماده آلی (نظیر اسیدهای چرب) باقیمانده که توسط لایه‌های بالایی پوشیده و حفظ شده، در لایه لای رسوبات ریز یعنی سنگ منشأ (سنگ مادر) نفت را تشکیل می‌دهد (شکل ۲-۱۸).

مواد آلی در طی تبدیل رسوب ریزدانه به سنگ مادر، از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی به نفت خام تبدیل می‌شود. در فرایند تشکیل ذخایر نفتی، عواملی مانند دما، فشار، وجود باکتری غیرهوازی، زمان و محیطی بدون اکسیژن اهمیت فراوانی دارند (شکل ۲-۱۸).



شکل ۲-۱۸. تشکیل ذخایر نفت و گاز در محیط‌های دریایی.

دارای نور و مواد غذایی کافی است، زندگی می‌کنند. پلانکتون‌ها، که مهم‌ترین منشأ مواد آلی هستند، پس از مرگ، در رسوبات ریزدانه بستر دریا مدفون می‌شوند. ماده آلی حفظ شده در رسوبات ریزدانه که توسط لایه‌های بالایی پوشیده می‌شوند، سنگ منشأ نفت را تشکیل می‌دهند. مواد آلی در طی تبدیل رسوب ریزدانه به سنگ منشأ، از طریق یک سری واکنش‌های شیمیایی - حرارتی نفت خام را به وجود می‌آورند. در فرایند تشکیل ذخایر نفتی، عواملی مانند دما، فشار، وجود باکتری غیرهوازی، زمان و محیطی بدون اکسیژن اهمیت فراوانی دارند.

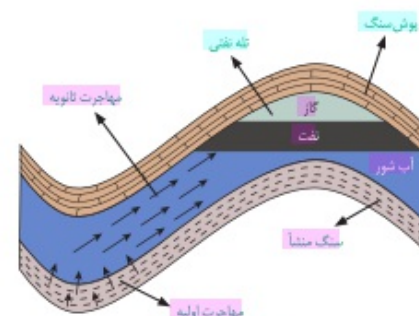


شکل ۲-۲۰. نفت از سنگ منشأ با سنگ مخزن.

فعالیت تکمیلی

● اگر در فرایند تشکیل نفت خام، فشار و دما از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت، بیشتر یا کمتر شود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

مهاجرت نفت: نفت و گازی که در سنگ منشأ تشکیل می‌شود، همراه با آب دریا که از زمان رسوب گذاری در سنگ به دام افتاده، به دلیل فشار طبقات فوقانی، از طریق شکستگی‌های سنگ‌ها، به سمت بالا و اطراف حرکت می‌کند که به آن مهاجرت اولیه نفت می‌گویند (۲-۲۱). اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت خود به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر مانند سنگ گچ، نمک یا شیل برسند، دیگر قادر به ادامه مهاجرت نخواهند بود. این لایه نفوذناپذیر (پوش سنگ) جلوی حرکت نفت و گاز به سطح زمین را می‌گیرد و آنها را در سنگ مخزن که یکی از اجزای نفت گیر است، به دام می‌اندازد. ویژگی مهم سنگ مخزن، وجود تخلخل و نفوذپذیری زیاد آن است، مانند ماسه سنگ و سنگ آهک حفره دار (ریف های مرجانی).



شکل ۲-۲۱. مهاجرت اولیه نفت.

بناهم

بیندیشید

• اگر در فرایند تشکیل نفت خام، فشار و دما از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت، بیشتر یا کمتر شود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

مهاجرت نفت: نفت و گازی که در سنگ مادر تشکیل می‌شود، همراه با آب دریا که از زمان رسوب گذاری در سنگ به دام افتاده، ناشی از فشار طبقات فوقانی، از طریق نفوذپذیری سنگ‌ها، به سمت بالا و اطراف حرکت می‌کند که به آن مهاجرت اولیه نفت می‌گویند. اگر در طی مهاجرت اولیه، مانعی در مسیر حرکت آب و نفت و گاز نباشد، به سطح زمین راه یافته و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورد. در این صورت نفت، در سطح زمین **تیخیر**، دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی می‌شود و ذخایر قیر طبیعی را به وجود می‌آورد که نمونه‌ای از آنها در استان‌های خوزستان و ایلام دیده می‌شود.

اگر نفت و گاز در مسیر مهاجرت خود، به لایه‌ای از سنگ‌های نفوذناپذیر مانند سنگ گچ یا شیل برسند، دیگر قادر به ادامه مهاجرت نخواهند بود. این لایه نفوذناپذیر (پوش سنگ) جلوی حرکت نفت و گاز به سطح زمین را می‌گیرد و آنها را در سنگ مخزن که یکی از اجزای نفت‌گیر است، به دام می‌اندازد. ویژگی مهم سنگ مخزن، وجود تخلخل و نفوذپذیری زیاد آن است. مانند: ماسه سنگ و سنگ آهک حفره‌دار (ریف‌های مرجانی).



شکل ۲-۱۹- انواع تنگه‌های نفتی

مخازن نفتی (نفت‌گیرها و تله‌های نفتی)، دارای شکل (وضعیت) هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت می‌باشند. در داخل سنگ مخزن، به دلیل اختلاف چگالی، آب شور، نفت و گاز از هم جدا می‌شوند که به این جدایش، مهاجرت ثانویه نفت گفته می‌شود. نفت‌گیرها انواع مختلفی دارند. مانند: **تاق‌دیسی**، **گسلی**، **گنبد نمکی**، **ریف مرجانی** و ...

گفته می‌شود که ۹۹/۹ درصد نفتی که در طول تاریخ زمین تولید شده، به سطح زمین رسیده و از بین رفته و ۰/۱ درصد آن، همه ذخایر نفت موجود را تشکیل داده است.

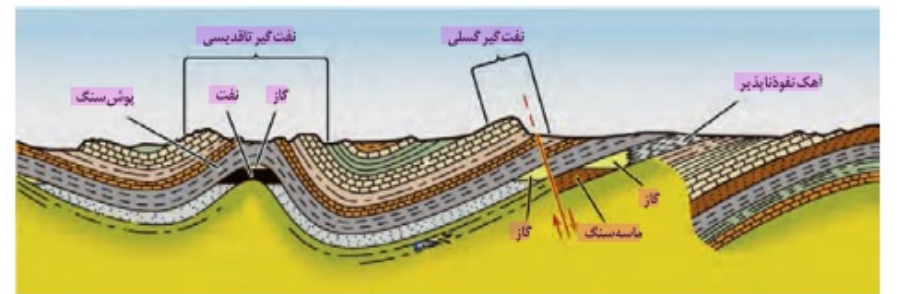


زغال‌سنگ: یک سوخت فسیلی جامد است که از مواد آلی در محیط‌های خشکی به وجود می‌آید. این مواد آلی، بیشتر از گیاهان جنگل حاصل می‌شوند. آنها، در باتلاق‌ها انباشته شده و توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و بدون حضور اکسیژن (توسط باکتری غیر هوازی) به مرور زمان، به تورب که یک نوع زغال نارس است، تبدیل می‌شوند. در برخی کشورها مانند ایرلند، تورب به عنوان یک ماده سوختی بهره‌برداری می‌شود (شکل ۲-۲۰).

شکل ۲-۲۰- تورب (پوده)

مخازن نفتی (نفت‌گیرها و تله‌های نفتی)، دارای شکل (وضعیت) هندسی مناسب برای تجمع و ذخیره‌سازی نفت می‌باشند. حرکت نفت از طریق یک لایه نفوذپذیر و متخلخل و رسیدن آن به سنگ مخزن و جدایش آب شور، نفت و گاز از هم به دلیل اختلاف چگالی درون مخزن را مهاجرت ثانویه می‌گویند (شکل ۲-۲۱). میزان جابه‌جایی نفت طی مهاجرت اولیه نسبت به مهاجرت ثانویه بسیار کمتر است. اگر در طی مهاجرت اولیه و ثانویه مانعی در مسیر حرکت آب و نفت و گاز نباشد، به سطح زمین راه یافته و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورد. در این صورت نفت، در سطح زمین دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی می‌شود و ذخایر قیر طبیعی را به وجود می‌آورد که نمونه‌ای از آن در استان‌های خوزستان و ایلام دیده می‌شود.

نفت‌گیرها انواع مختلفی دارند مانند نفت‌گیرهای **تاق‌دیسی**، **گسلی**، **گنبد نمکی**، **ریف مرجانی** و غیره (شکل ۲-۲۲). عمده ذخایر نفتی ایران در نفت‌گیرهای تاق‌دیسی قرار دارد. با توجه به اینکه شرایط لازم برای حفظ‌شدگی مواد آلی و تبدیل آنها به نفت خیلی خاص است تنها یک درصد از مواد آلی به نفت و گاز تبدیل شده‌اند.

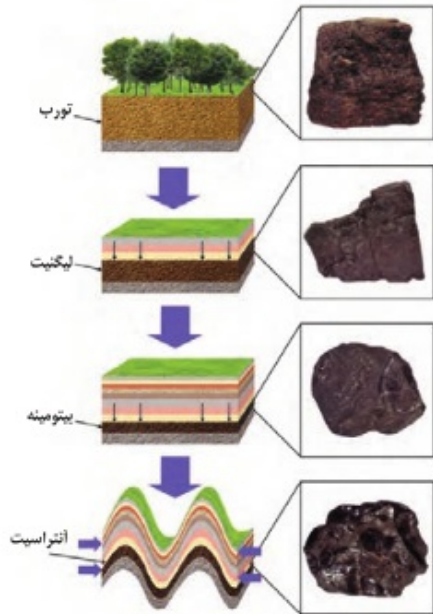


شکل ۲-۲۲- انواع نفت‌گیرها

زغال‌سنگ: یک سوخت فسیلی جامد است که از مواد آلی در محیط‌های خشکی به وجود می‌آید. این مواد آلی، بیشتر از گیاهان جنگل حاصل می‌شوند. آنها، در باتلاق‌ها انباشته شده و توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و بدون حضور اکسیژن (توسط باکتری غیر هوازی) به مرور زمان، به تورب که یک نوع زغال نارس است، تبدیل می‌شوند. در برخی کشورها مانند ایرلند، تورب به عنوان یک ماده سوختی بهره‌برداری می‌شود.

در طی میلیون‌ها سال، تورب در زیر فشار رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی، فشرده‌تر شده و آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید و متان از آن خارج می‌شود. با خروج این مواد، در نهایت، ضخامت تورب که ماده‌ای پوک و متخلخل است، کاهش می‌یابد و به لیگنیت تبدیل می‌شود. با افزایش تراکم، لیگنیت به زغال سنگ‌های مرغوب‌تری به نام **بیتومینه** و سپس **آنتراسیت** تبدیل می‌شود (شکل ۲-۲۳). در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت، تغییرات زیادی رخ می‌دهد و سبب می‌شود با خروج تدریجی آب و مواد فرار، درصد کربن در سنگ حاصل، افزایش یابد و کیفیت و توان تولید انرژی زغال سنگ بهتر شود.

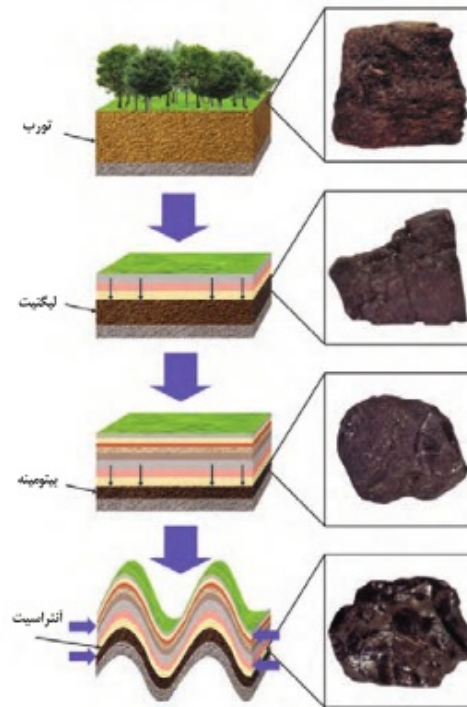
در طی میلیون‌ها سال، تورب در زیر فشار رسوبات و وزن سنگ‌های بالایی، فشرده‌تر شده و آب و مواد فزّار مانند کربن‌دی‌اکسید و متان از آن خارج می‌شود. با خروج این مواد، در نهایت، ضخامت تورب که ماده‌ای پوک و متخلخل است، کاهش می‌یابد و به لیگنیت تبدیل می‌شود. با افزایش تراکم، لیگنیت به زغال سنگ‌های مرغوب‌تری به نام بیتومینه و سپس آنتراسیت تبدیل می‌شود (شکل ۲-۲۱). در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت، تغییرات زیادی رخ می‌دهد و سبب می‌شود با خروج تدریجی آب و مواد فزّار، درصد کربن در سنگ حاصل، افزایش یابد و کیفیت و توان تولید انرژی زغال سنگ بهتر شود.



شکل ۲-۲۱. مراحل تشکیل آنتراسیت (زغال رسیده)

فکر کنید

- وجود ذخایر زغال سنگ در سبیری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟
- لایه‌های زغال دار طیس، نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته این منطقه است؟
- چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟



شکل ۲-۲۲. مراحل تشکیل آنتراسیت (زغال رسیده)

فکر کنید

- وجود ذخایر زغال سنگ در سبیری که امروزه، سرزمینی سرد و بدون جنگل‌های انبوه می‌باشد را چگونه توجیه می‌کنید؟
- لایه‌های زغال دار طیس، نشان‌دهنده چه نوع آب‌وهوایی در گذشته این منطقه است؟
- چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن، مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟

علم،
زندگی،
کار آفرینی

● **سنگ شناسی (پترولوژی):** سنگ شناسی، شاخه‌ای از زمین شناسی است که در آن شیوه تشکیل، منشأ، رده بندی و ترکیب سنگ های آذرین و دگرگونی بررسی می شود. فرایندهای دگرگونی، آتش فشانی، نفوذ توده های آذرین در درون زمین حتی در ماه و دیگر سیاره ها و مناطق زمین گرمایی، توسط پترولوژیست ها (سنگ شناسان) مورد مطالعه قرار می گیرد.



● **زمین شناسی اقتصادی:** زمین شناسی که در موضوع زمین شناسی اقتصادی تخصص دارند، با بهره گیری از اصول زمین شناسی و پراکتدگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان های هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها و... قرار دارند.



● **زمین شناسی نفت:** زمین شناس نفت، از تخصص خود در شناخت، چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین استفاده می کند. همچنین مکان هایی که نفت می تواند در آنجا انباشته شود، شناسایی و مکان هایی از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می کند.



● **ژئوشیمی:** کلارک و محققان دیگر، مطالعات زیادی درباره ترکیب سیارات به ویژه زمین انجام داده اند و یافته های آنها، پایه علم ژئوشیمی امروزه را تشکیل داده است. مطالعه روی ترکیب سیارات که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر بسزایی در شناخت عناصر و چگونگی تشکیل آنها دارد و همچنین توزیع نامساوی عناصر در زمین را بررسی می کند.



متخصصین فوق، در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صنایع و معادن، شرکت ملی نفت، گاز، پتروشیمی و جواهرسازی، کمک شایانی در بهبود اقتصاد کشور خواهند داشت.

علم،
زندگی،
کار آفرینی

● **سنگ شناسی (پترولوژی):** سنگ شناسی، شاخه‌ای از زمین شناسی است که در آن شیوه تشکیل، منشأ، رده بندی و ترکیب سنگ های آذرین و دگرگونی بررسی می شود. فرایندهای دگرگونی، آتش فشانی، نفوذ توده های آذرین در درون زمین و حتی در ماه و دیگر سیاره ها و مناطق زمین گرمایی، توسط پترولوژیست ها (سنگ شناسان) مورد مطالعه قرار می گیرد.



● **زمین شناسی اقتصادی:** زمین شناسی که در موضوع زمین شناسی اقتصادی تخصص دارند، با بهره گیری از اصول زمین شناسی و پراکتدگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان های هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها و... قرار دارند.



● **زمین شناسی نفت:** زمین شناس نفت، از تخصص خود در شناخت، چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین استفاده می کند. همچنین مکان هایی که نفت می تواند در آنجا انباشته شود، شناسایی و مکان هایی از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می کند.



● **ژئوشیمی:** کلارک و محققان دیگر، مطالعات زیادی درباره ترکیب سیارات به ویژه زمین انجام دادند و یافته های آنها، پایه علم ژئوشیمی امروزه را تشکیل داده است. مطالعه روی ترکیب سیارات که در واقع همان ترکیب تقریبی زمین است، تأثیر بسزایی در شناخت عناصر و چگونگی تشکیل آنها دارد و همچنین توزیع نامساوی عناصر در زمین را بررسی می کند.



متخصصین فوق، در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صنایع و معادن، شرکت ملی نفت، گاز، پتروشیمی و جواهرسازی، کمک شایانی در بهبود اقتصاد کشور خواهند داشت.



جنوب استان لرستان



رود کارون



منابع آب و خاک

فضانوردان، زمین را یک سیاره آبی و بسیار زیبا توصیف کرده‌اند. آب با حالت‌های جامد، مایع و گاز، باعث تغییرات وسیعی در لایه سطحی و پیرامون کره زمین می‌شود. آب، نماد زندگی است و در سفری پایان‌ناپذیر بین سنگ کره و هوا کره، سبب تغییر پوسته زمین، فرسایش، تغییرات اقلیمی و... می‌شود.

آیا می‌توان بدون آب به زندگی ادامه داد؟ سطح زمین بدون آب، چه منظره‌ای خواهد داشت؟ در آینده نزدیک، با افزایش روزافزون جمعیت و توسعه کشاورزی و صنعت، گرم شدن کره زمین و... بشر با چه چالش‌هایی برای تأمین آب شیرین روبه‌رو خواهد شد؟

آیا می‌توان بدون خاک به زندگی ادامه داد؟ خاک، چه نقشی در زندگی گیاهان و جانوران دارد؟ آیا می‌دانید خاک، چگونه و از چه موادی تشکیل می‌شود؟



منابع آب و خاک

فضانوردان، زمین را یک سیاره آبی و بسیار زیبا توصیف کرده‌اند چرا که بیشتر سطح زمین از آب اقیانوس‌ها و دریاها پوشیده شده است. آب با حالت‌های جامد، مایع و گاز، باعث تغییرات وسیعی در لایه سطحی و پیرامون کره زمین می‌شود. آب، نماد زندگی است و در سفری پایان‌ناپذیر بین سنگ کره و هوا کره، سبب تغییر پوسته زمین، فرسایش و تغییرات اقلیمی می‌شود.

آیا می‌توان بدون آب به زندگی ادامه داد؟ سطح زمین بدون آب، چه منظره‌ای خواهد داشت؟ در آینده نزدیک، با افزایش روزافزون جمعیت و توسعه کشاورزی و صنعت، گرم شدن کره زمین و... بشر با چه چالش‌هایی برای تأمین آب شیرین روبه‌رو خواهد شد؟

خاک ماده بارزنی است و در تشکیل آن عوامل متعددی دخالت دارند. آیا می‌توان بدون خاک به زندگی ادامه داد؟ خاک، چه نقشی در زندگی گیاهان و جانوران دارد؟ آیا خاک هر منطقه با مناطق دیگر تفاوت دارد؟ خاک چگونه و از چه موادی تشکیل می‌شود؟



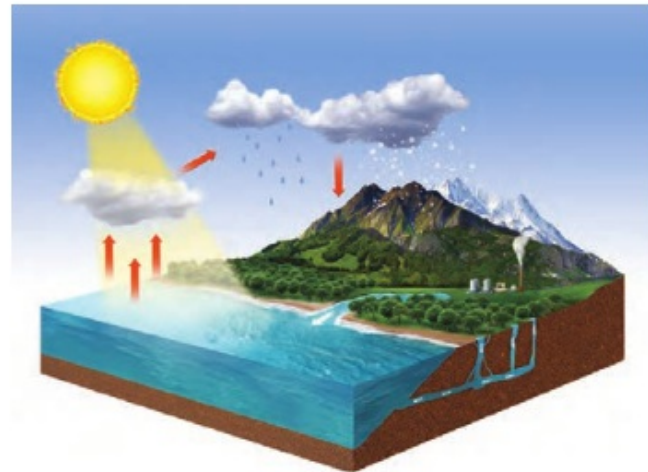


فرسایش



فرورفتن زمین

زندگی انسان و سایر جانداران، بدون آب امکان پذیر نیست. آب مورد نیاز، از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود. بارش‌های جوی در تأمین این منابع، نقش اساسی دارند. بخشی از بارش‌ها در یک حوضه آبریز، قبل از رسیدن به سطح زمین، توسط شاخ و برگ گیاهان گرفته می‌شود و برگاب را به وجود می‌آورد (شکل ۳-۱ الف). که مقداری از آن به صورت تبخیر، مجدداً به هوا کره برمی‌گردد. بخشی دیگر که به سطح زمین می‌رسد، یا تبخیر می‌شود، یا به صورت رواناب، به سوی مناطق پست‌تر حوضه آبریز جریان می‌یابد. بخشی از رواناب به داخل زمین، نفوذ و منابع آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند. بخش عمده آب زیرزمینی، سرانجام از طریق چشمه، چاه یا قنات، مجدداً به سطح زمین راه می‌یابد (شکل ۳-۱ ب).



سایه چرخه آب

شکل ۳-۱



لقه‌ای نمایی از برگاب

- با هم ببیند پیشیند
- چه عواملی بر مقدار برگاب و رواناب مؤثرند؟
 - تبخیر در چه بخش‌هایی از چرخه آب صورت می‌گیرد؟

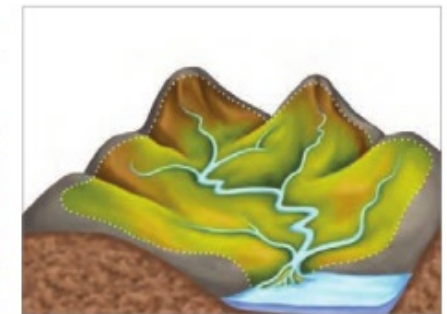


پستلای



شوره‌زار

زندگی انسان و سایر جانداران، بدون آب امکان پذیر نیست. آب مورد نیاز، از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود. مقداری از بارش به صورت تبخیر، مجدداً به هوا کره برمی‌گردد. بخشی دیگر که به سطح زمین می‌رسد یا تبخیر می‌شود و یا به صورت رواناب به سوی مناطق پست‌تر حوضه آبریز جریان می‌یابد. بخشی از رواناب به داخل زمین نفوذ و منابع آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند. به مناطقی که آب‌های آن به وسیله رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی، زهکشی می‌شود، حوضه آبریز می‌گویند. هر ذره آبی که در چنین منطقه‌ای جریان دارد، سرانجام به رودخانه اصلی می‌پیوندد و به وسیله آن از حوضه آبریز خارج می‌شود (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱ حوضه آبریز

آب جاری

آب جاری، با آنکه در مقایسه با حجم کل آب کره، بسیار ناچیز است اما، همواره سطح زمین را در جایی که جریان دارد، فرسایش می‌دهد و مواد حاصل را در جای دیگر که انرژی آب کاهش یافته باشد، ته‌نشین می‌کند. رودها مهم‌ترین عامل تغییر شکل سطح خشکی‌های زمین هستند.

سرعت و آبدهی: سرعت آب یعنی فاصله‌ای که هر ذره آب در واحد زمان طی می‌کند و در نقاط مختلف یک رودخانه در طول یا عرض و عمق آن متغیر است. در مقطع یک رودخانه مستقیم بیشترین سرعت جریان آب در وسط و نزدیک سطح آب است، ولی در نزدیک کف و دیواره‌ها به علت اصطکاک آب با بستر و دیواره، سرعت آب به میزان حداقل می‌باشد. وقتی مسیر رودخانه دارای انحنا باشد، بیشترین سرعت از وسط رودخانه به طرف دیواره مقعر آن منتقل می‌شود.

آب جاری

آب جاری، با آنکه در مقایسه با حجم کل آب کره بسیار ناچیز است اما، در تغییرات سطح زمین و تشکیل منابع آب جهت مصارف گوناگونی همچون آب آشامیدنی، کشاورزی، صنعت، تولید برق و ... اهمیت زیادی دارد.



• شکل روبه‌رو، شش حوضه آبریز اصلی ایران را نشان می‌دهد. با جستجو در منابع معتبر، یک یا دو رودخانه اصلی در هر حوضه را مشخص کنید.

جمع‌آوری اطلاعات



آبدهی: سرعت حرکت آب در نقاط مختلف یک رود، متغیر است. اندازه‌گیری سرعت آب و آبدهی رود، به صورت روزانه و یا در دوره‌های زمانی طولانی‌تر و به روش‌های مختلف انجام می‌شود. با تعیین سرعت آب در یک رود یا آبراهه و اندازه‌گیری سطح مقطع آن، می‌توان مقدار آبدهی (دبی) را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد (شکل ۳-۲).

$$Q=A \times V$$

Q: دبی برحسب متر مکعب بر ثانیه

A: مساحت سطح مقطع جریان آب برحسب متر مربع

V: سرعت جریان آب برحسب متر بر ثانیه

به بیان دیگر آبدهی (دبی) عبارت است از، حجم آبی که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند.



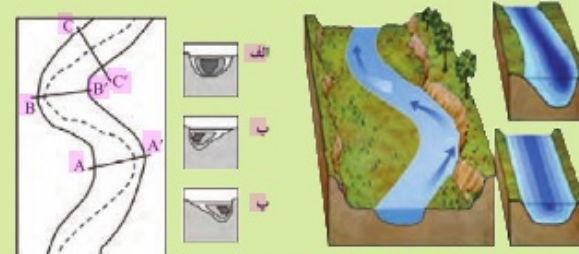
شکل ۳-۲. ایستگاه اندازه‌گیری آبدهی رود

پیوند یا ریاضی

- آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ مترمربع، و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.
- اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، در طی یک هفته، چند متر مکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

فکر کنید

- مقدار رسوب‌گذاری و فرسایش را در نقاط A و A' مقایسه کنید.
- هریک از نیم‌رخ‌های الف و ب و ب' مربوط به کدام مقطع رود می‌باشد؟



مقاطع مختلف رود



شکل ۳-۲. ایستگاه اندازه‌گیری آبدهی رود

سرعت حرکت آب در نقاط مختلف یک رود، متغیر است. مقدار آبدهی یک رود نیز معمولاً از ابتدا تا انتهای رود تغییر می‌کند. اندازه‌گیری سرعت آب و آبدهی رود، به صورت روزانه و یا در دوره‌های زمانی طولانی‌تر و به روش‌های مختلف انجام می‌شود (شکل ۳-۲). با تعیین سرعت آب در یک رود یا آبراهه و اندازه‌گیری سطح مقطع آن، می‌توان مقدار آبدهی (دبی) را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$Q=A \times V$$

Q: دبی برحسب متر مکعب بر ثانیه

A: مساحت سطح مقطع جریان آب برحسب مترمربع

V: سرعت جریان آب برحسب متر بر ثانیه

جمع‌آوری اطلاعات

- روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری آبدهی (دبی) وجود دارد. به‌طور نمونه، ساده‌ترین راه برای اندازه‌گیری آبدهی منابعی که آب آنها از لوله خارج می‌شود مانند چاه، چشمه، قنات و غیره استفاده از روش حجمی است. به بیان دیگر آبدهی عبارت است از، حجم آبی که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند. در مورد چگونگی انجام روش حجمی و سایر روش‌های اندازه‌گیری آبدهی، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید.

$$Q = \frac{\text{حجم برحسب متر مکعب}}{\text{زمان برحسب ثانیه}}$$

آبدهی رود، در بهار، به علت ذوب برف‌ها و افزایش بارندگی، افزایش می‌یابد. در ادامه در طول تابستان، معمولاً آبدهی رود کاهش می‌یابد. در مناطق مرطوب، که مقدار بارندگی زیاد و تبخیر، کم است، رودها از نوع دائمی هستند. در این رودها، بخشی از آب که همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد. آب این رودها، در زمانی که بارندگی نیست، از ذوب برف و یخ نواحی مرتفع و یا از ورود آب‌های زیرزمینی به داخل آنها تأمین می‌شود. در مناطق گرم و خشک که مقدار بارندگی کم و تبخیر زیاد است، بیشتر رودها، موقتی و فصلی هستند.

پیوند با ریاضی

فکر کنید

۱- مقدار رسوب‌گذاری و فرسایش را در نقاط A و A' مقایسه کنید.

۲- هر یک از نیم‌رخ‌های الف و ب و پ مربوط به کدام مقطع رود می‌باشد؟

مقاطع مختلف رود

مقدار آبدهی رودها در فصل بهار زیاد و در تابستان کم می‌شود. در مناطق مرطوب، که مقدار بارندگی زیاد و تبخیر، کم است، رودها از نوع دائمی هستند. در این رودها، بخشی از آب که همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد. آب این رودها، در زمانی که بارندگی نیست، از ذوب برف و یخ نواحی مرتفع و یا از ورود آب‌های زیرزمینی به داخل آنها تأمین می‌شود. در مناطق گرم و خشک که مقدار بارندگی کم و تبخیر زیاد است، بیشتر رودها، موقتی و فصلی هستند.

پیوند با ریاضی

- آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ مترمربع، و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.
- اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، در طی یک هفته، چند مترمکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

آب زیرزمینی

بارش مهم‌ترین منشأ آب‌های زیرزمینی است. آب زیرزمینی، آبی است که در منافذ و فضاهای خالی لایه‌های نزدیک به سطح زمین جمع می‌شود و از طریق چاه، چشمه و قنات، قابل بهره‌برداری می‌گردد. آب زیرزمینی قابل بهره‌برداری، گرچه فقط حجم کمی از آب کره را تشکیل می‌دهد، ولی همین مقدار، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین قابل بهره‌برداری در خشکی‌ها است. در کشور ما به علت کمبود آب‌های سطحی، استفاده از آب‌های زیرزمینی بسیار رایج است. مردم ایران زمین، از قدیم، آب‌های زیرزمینی را با احداث قنات به سطح زمین می‌آوردند و به روستاها و شهرهای خود می‌رساندند. آب در کانال قنات بدون نیاز به مصرف انرژی برق، تحت تأثیر نیروی گرانش جریان می‌یابد.

آب زیرزمینی

انسان‌های نخستین، از آب زیرزمینی برای آشامیدن و پختن غذا استفاده می‌کردند. به تدریج، با گذشت زمان از این آب، برای کشاورزی و گردش آسیاب‌ها نیز بهره می‌بردند. مردم ایران زمین، از قدیم، آب‌های زیرزمینی را با احداث قنات به سطح زمین می‌آوردند و به روستاها و شهرهای خود می‌رساندند. آب زیرزمینی، آبی است که در منافذ و فضاهای خالی لایه‌های نزدیک به سطح زمین جمع می‌شود و از طریق چاه، چشمه و قنات، قابل بهره‌برداری می‌گردد.

جمع آوری اطلاعات

جمع آوری اطلاعات

- قدیمی‌ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟
- حدود ۴۰۰۰۰ رشته قنات در کشور ما وجود دارد. بیشترین تعداد قنات، در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده‌اند؟ دلیل آن چیست؟

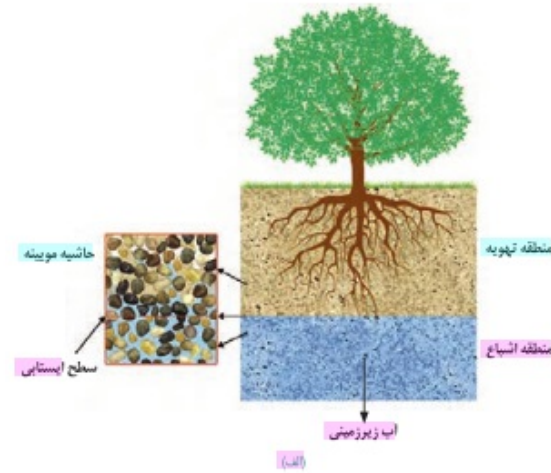
جمع آوری اطلاعات

جمع آوری اطلاعات

- قدیمی‌ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟
- حدود ۴۰۰۰۰ رشته قنات در کشور ما وجود دارد. بیشترین تعداد قنات، در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده‌اند؟ دلیل آن چیست؟

توزیع آب در زیرزمین: در هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد، به طوری که منافذ و فضاهای خالی، توسط آب و هوا پر می‌شود و منطقه تهویه شکل می‌گیرد. منطقه تهویه از سطح زمین به سمت پایین، شامل کمربند رطوبت خاک، کمربند جدواسط و کمربند مویینه می‌باشد.

کمر بند رطوبت خاک، مجاور سطح زمین بوده و دربرگیرنده ریشه گیاهان است و آب لازم برای گیاهان را تأمین می‌کند. در کمر بند حدواسطه، آب به علت جاذبه مولکولی معلق است و هنگام ورود آب باران یا ذوب برف، ضخامت آن افزایش می‌یابد. کمر بند مویینه در مجاورت آب زیرزمینی قرار دارد. در اینجا آب‌های زیرزمینی به علت خاصیت مویینیگی از مجاری نازک موجود در سنگ‌ها یا رسوبات بالا کشیده می‌شوند. ضخامت کمر بند مویینه بین چند سانتی‌متر تا چند متر متغیر است.



آب به همان ترتیب که در لایه لای ذرات خاک نفوذ می‌کند و پایین می‌رود، می‌تواند براساس نیروی مویینیگی از همان فواصل بالا آمده و به سطح زمین برسد. از همین راه است که رطوبت از قسمت‌های عمیق خاک به سوی سطح می‌آید و در مواقعی که برای مدت زیادی بارندگی نشده است، ریشه گیاهان به آب دسترسی پیدا می‌کنند. البته بیشتر آب هنگامی که به سطح زمین می‌رسد، بر اثر تبخیر از دست می‌رود. بخشی از آب نفوذی، به طرف عمق بیشتر حرکت کرده تا به سنگ بستر برسد و منطقه اشباع را ایجاد می‌کند. تمام فضاهای خالی منطقه اشباع توسط آب پر شده است. سطح بالایی این منطقه، سطح ایستایی است. (شکل ۳-۳ الف و ب)



شکل ۳-۴ الف) توزیع آب زیرزمینی در خاک، ب) کمر بندهای منطقه تهویه

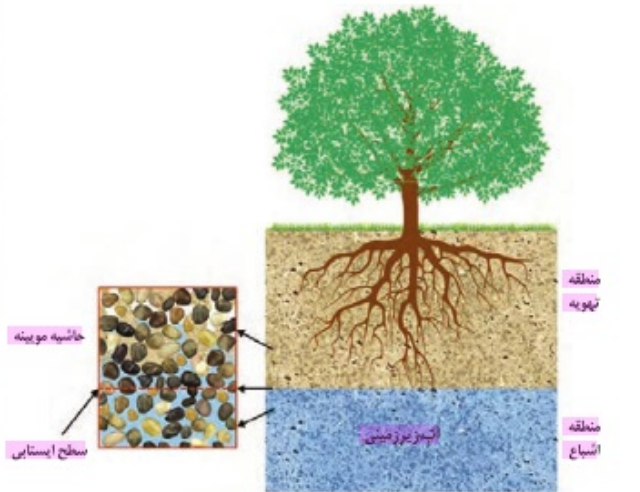
پیوند با فیزیک

- چه نیرویی باعث تشکیل حاشیه مویینه می‌شود؟
- اندازه ذرات خاک، چه تأثیری بر ضخامت حاشیه مویینه دارد؟
- هنگامی که عمق سطح ایستایی کم باشد به طوری که حاشیه مویینه، به سطح زمین برسد، چه اتفاقی می‌افتد و چه مشکلاتی ایجاد می‌کند؟

عمق سطح ایستایی در مناطق مختلف، متفاوت است. در بعضی مناطق ممکن است تا صدها متر برسد. سطح ایستایی، تقریباً از توپوگرافی (عارضه نگاری) سطح زمین تبعیت می‌کند. هنگامی که سطح ایستایی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه و گاهی به صورت برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود (شکل ۳-۴ الف و ب).

آب زیرزمینی قابل بهره‌برداری، گرچه فقط حجم کمی از آب کره را تشکیل می‌دهد، ولی همین مقدار، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین قابل بهره‌برداری در خشکی‌ها است.

سطح ایستایی: در هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد، به طوری که منافذ و فضاهای خالی، توسط آب و هوا پر می‌شود و منطقه تهویه شکل می‌گیرد. بخشی از آب نفوذی، به طرف عمق بیشتر حرکت می‌کند تا به سنگ بستر برسد، و منطقه اشباع را ایجاد می‌کند. تمام فضاهای خالی منطقه اشباع، توسط آب پر شده است. سطح بالایی این منطقه، سطح ایستایی است (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳ توزیع عمیق آب زیرزمینی و تشکیل سطح ایستایی

دانشمندان علوم زمین

• برخی از دانشمندان ایرانی در مورد آب‌های زیرزمینی، نظرات ارزنده‌ای ارائه کرده‌اند. ابوبکر محمد بن الحسن الحاسب کرچی (قرن چهارم و پنجم هـ.ق) کتابی با عنوان «استخراج آب‌های پنهانی» درباره منشأ و روش‌های استخراج آب زیرزمینی نوشته است. ابوریحان بیرونی (قرن چهارم و پنجم هـ.ق) در کتاب «آثار الباقیه» منشأ آب چشمه‌ها و علت تغییر مقدار آب آنها را ذکر کرده است. وی خروج آب از جاه‌های ارتزین را براساس قانون ظروف مرتبطه بیان کرده است. ابوحاتم مظفر اسفرازی (قرن پنجم و ششم هـ.ق) در «رساله آثار علوی» مطالبی درباره شکل‌گیری چشمه‌ها و رودها، نفوذ آب به داخل زمین، تغییر کیفیت آب به دلیل وجود کانی‌های قابل حل در مسیر آب، عنوان کرده است.



محمد بن حسن کرچی

پیوند با فیزیک

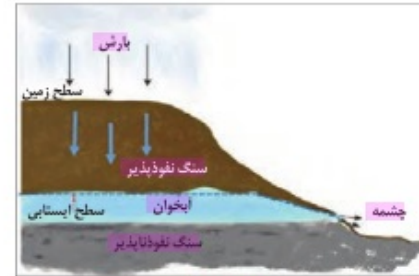
- چه نیرویی باعث تشکیل حاشیه مویینه می‌شود؟
- اندازه ذرات خاک، چه تأثیری بر ضخامت حاشیه مویینه دارد؟
- هنگامی که عمق سطح ایستایی کم باشد به طوری که حاشیه مویینه، به سطح زمین برسد، چه اتفاقی می‌افتد و چه مشکلاتی ایجاد می‌کند؟

عمق سطح ایستایی در مناطق مختلف، متفاوت است. در بعضی مناطق ممکن است تا صدها متر برسد. سطح ایستایی، تقریباً از توپوگرافی (عارضه نگاری) سطح زمین تبعیت می‌کند. هنگامی که سطح ایستایی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه و گاهی به صورت برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود (شکل ۳-۴ الف و ب).

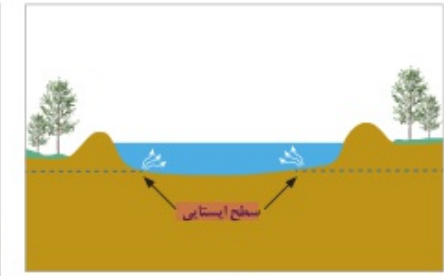


به صورت برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود و در صورتی که سطح ایستایی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاقی یا شوره‌زار تشکیل می‌شود (شکل ۳-۴).

شکل ۳-۴. تشکیل برکه یا آب زیرزمینی



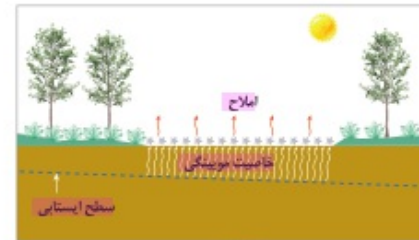
(الف) چشمه



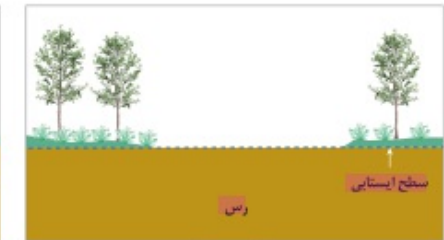
(ب) برکه

شکل ۳-۴

در صورتی که سطح ایستایی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاقی یا شوره‌زار تشکیل می‌شود. به طور مثال در برخی مناطق کویری ایران، تخییر از منطقه تهویه منجر به ته نشینی موادی در خاک می‌شود و این شوره‌زارهای ایجاد شده برای کشاورزی نامناسب می‌باشند. (شکل ۳-۵ الف و ب)



(ب) شوره‌زار



(الف) باتلاقی

شکل ۳-۵

دانشمندان علوم زمین

• برخی از دانشمندان ایرانی در مورد آب‌های زیرزمینی، نظرات ارزنده‌ای ارائه کرده‌اند. ابوبکر محمد بن الحسن الجاسب کرجی (قرن چهارم و پنجم هـ.ق) کتابی با عنوان «استخراج آب‌های پنهانی» درباره منشأ و روش‌های استخراج آب زیرزمینی نوشته است. ابوریحان بیرونی (قرن چهارم و پنجم هـ.ق) در کتاب «آثار الباقیه» منشأ آب چشمه‌ها و علت تغییر مقدار آب آنها را ذکر کرده است. وی خروج آب از چاه‌های آرتزین را براساس قانون ظروف مرتبطه بیان کرده است. ابو حاتم مظفر اسفزاری (قرن پنجم و ششم هـ.ق) در «رساله آثار علوی» مقالیه درباره شکل گیری چشمه‌ها و رودها، نفوذ آب به داخل زمین و تغییر کیفیت آب به دلیل وجود کانی‌های قابل حل در مسیر آب، عنوان کرده است.



یادآوری

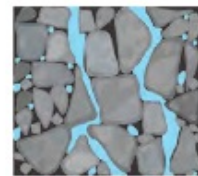
- در سال‌های گذشته در مورد عمق سطح ایستایی خواننده بودید. چه عواملی بر تغییرات سطح ایستایی مؤثر است؟
- در مورد عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستایی در استان محل زندگی خود مطالبی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

تخلخل و نفوذپذیری: برای تشکیل ایخوان، لازم است رسوبات و سنگ‌ها، دارای فضاهای خالی باشند. این فضاهای خالی یا منافذ اولیه هستند که از ابتدای تشکیل در آنها وجود داشته‌اند، یا پس از تشکیل سنگ به صورت ثانویه بر اثر شکستگی، هوازدگی، انحلال یا عوامل دیگر در آن به وجود آمده‌اند. درصد فضاهای خالی (تخلخل) رسوب یا سنگ، طبق رابطه زیر، محاسبه می‌شود.

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی (m}^3\text{)}}{\text{حجم کل (m}^3\text{)}} \times 100$$

پیوند با ریاضی

- بر اثر بهره‌برداری از یک ایخوان در یک دشت به مساحت 200×10^4 مترمربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستایی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟
- چنانچه این حجم آب در طی ۳۰ روز پمپاژ شده باشد، میانگین آبدهی چاه‌ها چقدر بوده است؟



شکل ۳-۵. تخلخل و نفوذپذیری

هر چه درصد تخلخل خاک یا سنگ بیشتر باشد، آب بیشتری را می‌تواند در خود نگه دارد. اما لزوماً باعث عبور آب نمی‌شود. مثلاً سنگ‌ها، بسیار متخلخل است اما، آب از آن عبور نمی‌کند. رس‌ها بسیار متخلخل‌اند، ولی به علت ریز بودن ذرات، نفوذپذیری بسیار اندکی دارند. میزان نفوذپذیری خاک به میزان ارتباط و اندازه منافذ بستگی دارد. برخی خاک‌ها، دارای تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم هستند و عبور آب از درون آنها، به دشواری صورت می‌گیرد. درصد تخلخل ایخوان، بیانگر مقدار آبی است که می‌تواند در آن ذخیره شود و نفوذپذیری، نشانگر توانایی ایخوان در انتقال و هدایت آب می‌باشد.

یادآوری

- در سال‌های گذشته در مورد عمق سطح ایستایی خواننده بودید. چه عواملی بر تغییرات سطح ایستایی مؤثر است؟

یادآوری

• در سال‌های گذشته، با آبخوان و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر

پاسخ دهید:

- ۱- آبخوان چیست؟
- ۲- در شکل زیر، نوع آبخوان‌های الف و ب را مشخص کنید.
- ۳- چاه‌های شماره ۱ و ۲ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟
- ۴- کدام چاه از نوع آرتزین است؟



آبخوان: سنگ‌ها و رسوبات مختلف از نظر تشکیل آبخوان و میزان ابدهی، ویژگی‌های متفاوتی دارند. ابرفت‌ها و سنگ‌های آهکی حفره‌دار (آهک کارستی) قابلیت تشکیل آبخوان را دارند ولی، شیل‌ها، سنگ‌های دگرگونی و آذرین، آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند به طوری که، معمولاً یا چشمه‌ای در آنها به وجود نمی‌آید یا در صورت تشکیل، چشمه‌هایی با ابدهی بسیار کم و فصلی دارند. در حالی که در سنگ‌های آهکی حفره دار، معمولاً چشمه‌های پر آب و دائمی ایجاد می‌شود (شکل ۳-۶). افزون بر آن، عواملی مانند شرایط آب و هوایی، میزان نفوذپذیری، تخلخل، شیب زمین و ساختمان زمین‌شناسی محل بر نوع آبخوان تأثیر دارد. اگر چاهی در یک لایه ایدار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه، نمایانگر سطح ایستابی و در لایه ایدار تحت فشار، سطح بیزومتریک است.



بیا چشمه کارستی گامسباب نهبود



الف) چشمه کارستی طاق بستان کرمانشاه

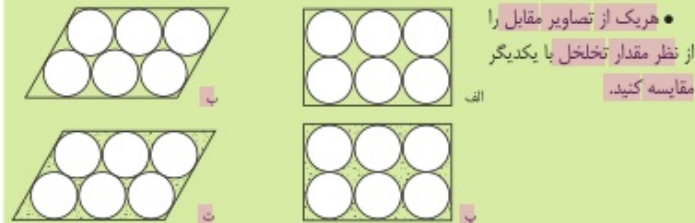
شکل ۳-۶

حرکت آب زیرزمینی: آب برای حرکت در داخل زمین، نیاز به انرژی دارد. آب زیرزمینی به طور کلی، از مکانی با انرژی بیشتر (سطح ایستابی بالاتر) به مکانی با انرژی کمتر در مسیری منحنی شکل حرکت می‌کند. این حرکت خیلی کندتر از حرکت آب در رودخانه است. حرکت آب در داخل آبخوان، از کمتر از یک متر تا صدها متر در روز تغییر می‌کند.

تخلخل و نفوذپذیری: برای تشکیل آبخوان، لازم است رسوبات و سنگ‌ها، دارای فضاهای خالی باشند. این فضاهای خالی یا منافذ اولیه هستند که از ابتدای تشکیل در آنها وجود داشته‌اند مانند منافذ موجود در رسوب آبرفتی و یوکه معدنی و یا پس از تشکیل سنگ به صورت ثانویه بر اثر شکستگی، هوازدگی، انحلال یا عوامل دیگر در آن به وجود آمده‌اند.

مقدار تخلخل در رسوبات و سنگ‌ها به عوامل مختلفی مانند بافت (اندازه، شکل و طرز قرارگیری دانه‌ها)، جورشدگی، سیمان‌شدگی، میزان هوازدگی و تعداد درز و شکاف‌ها بستگی دارد. در رسوبات دانه ریز یا آنکه مقدار تخلخل زیاد است، ولی نفوذپذیری کم می‌شود؛ زیرا مجاری متصل کننده حفره‌ها بسیار کوچک بوده و نیروی موینگی زیاد در دیواره‌های این مجاری مانع عبور مایعات می‌گردد. با افزایش اندازه دانه‌ها علاوه بر افزایش مقدار تخلخل، نفوذپذیری هم زیاد می‌شود. از طرفی، هر قدر جورشدگی (هم اندازه بودن قطر دانه‌ها) بیشتر باشد، تخلخل و نفوذپذیری هم زیادتر خواهد بود و چنانچه جورشدگی کمتر باشد به دلیل قرار گرفتن ذرات ریز در فضای بین ذرات درست، تخلخل و نفوذپذیری کاهش می‌یابد.

فکر کنید



• هر یک از تصاویر مقابل را از نظر مقدار تخلخل با یکدیگر مقایسه کنید.

مقدار تخلخل از بسیار کم در سنگ‌های آذرینی مانند گرانیت تا بسیار زیاد در رسوبات ناپیوسته مانند شن، ماسه و ابرفت‌ها متغیر است. درصد فضاهای خالی (تخلخل) رسوب یا سنگ، طبق رابطه زیر، محاسبه می‌شود:

$$درصد\ تخلخل = \frac{حجم\ فضاهای\ خالی\ (m^3)}{حجم\ کل\ (m^3)} \times 100$$

پیوند با ریاضی

- بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در یک دشت به مساحت 200×10^6 مترمربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستابی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟
- چنانچه این حجم آب در طی ۳۰ روز پمپاژ شده باشد، میانگین ابدهی چاه‌ها چقدر بوده است؟

هر چه درصد تخلخل خاک یا سنگ بیشتر باشد، آب بیشتری را می‌تواند در خود نگه دارد. اما لزوماً باعث عبور آب نمی‌شود. مثلاً یوکه معدنی و سنگ‌ها (نوعی سنگ آذرین بیرونی) با آنکه بسیار متخلخل هستند اما، به علت عدم ارتباط منافذ، آب از آنها عبور نمی‌کند. رس‌ها دارای تخلخل ۵۰ درصد یا بیشترند، ولی به علت ریز بودن ذرات، نفوذپذیری بسیار اندکی دارند. میزان نفوذپذیری خاک به میزان ارتباط و اندازه منافذ بستگی دارد. به طور کلی می‌توان گفت درصد تخلخل آبخوان، بیانگر مقدار آبی است که می‌تواند در آن ذخیره شود و نفوذپذیری، نشانگر توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب می‌باشد.

ترکیب آب زیرزمینی: ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. آب زیرزمینی، به‌طور عمده، حاوی کلریدها، سولفات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن است. بسیاری از عناصر و مواد دیگر نیز به مقدار بسیار کم در آب زیرزمینی وجود دارد. غلظت نمک‌های حل‌شده در آب زیرزمینی به جنس کانی‌ها و سنگ‌ها، سرعت نفوذ آب، دما و مسافت طی شده توسط آب بستگی دارد. آب، ضمن حرکت آهسته در زیر زمین، فرصت زیادی برای انحلال کانی‌های مسیر خود دارد. مقدار نمک‌های محلول در آب زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگونی، به‌طور معمول کم و برای آشامیدن مطلوب است. سنگ‌های تپخیری مانند سنگ نمک و سنگ گچ، انحلال‌پذیری زیادی دارند و از این‌رو، آب این‌گونه آبخوان‌ها، عموماً دارای املاح فراوان هستند. آب موجود در سنگ‌های کربناتی، معمولاً از نوع آب‌های سخت است، یعنی درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بیشتری دارد. این‌گونه آب‌ها، به‌خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آنها در صنعت و آشامیدن دارای محدودیت‌هایی است.

لایه‌های آبدار موجود در رسوبات رودخانه‌ای و آبرفتی به‌طور معمول، حاوی آب شیرین هستند. در نواحی خشک، مانند مناطق کویری ایران، در برخی نقاط، شوری آب چنان زیاد است که برای بسیاری از موارد، نامناسب است.

گفت و گو کنید

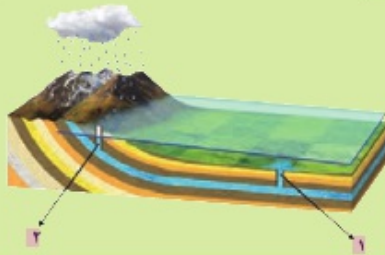
- در مناطق خشک، هر چقدر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد، کیفیت آب، نامطلوب‌تر است. دلیل آن را توضیح دهید.
- در شهرهایی که نزدیک سواحل دریاها قرار دارند با پایین آمدن سطح ایستایی، چه مشکلاتی را ایجاد می‌کند؟

پیوند یا شیمی

- سختی آب، به علت نمک‌های محلول در آن است. یون‌های کلسیم و منیزیم، به‌عنوان فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب، ملاک تعیین سختی آب هستند.
- $$TH = 2/5 Ca^{2+} + 4/1 Mg^{2+}$$
- TH: سختی کل (میلی گرم در لیتر)
- نمونه‌ای دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، یون کلسیم و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر، یون منیزیم است. سختی کل آب چقدر است؟ تحقیق کنید که آیا این آب برای شرب مناسب است؟

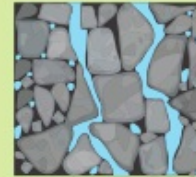
فکر کنید

- مقدار املاح موجود در آب دو چاه ۱ و ۲، در شکل زیر را با هم مقایسه کنید.



فعالیت تکمیلی

- بوبکه معدنی به‌عنوان عایق در ساختمان‌ها استفاده می‌شود. درباره علت کاربرد آن گفت‌وگو کنید.



- در شکل مقابل، بخشی از یک سنگ مخزن گازی را می‌بینید. تخلخل و نفوذپذیری آن چگونه است؟
- اگر فواصل موجود در بین قطعات سنگی آن توسط سیمان آهکی پر شود، چه اثری بر کمیت مخزن گاز می‌گذارد. یا دوستان خود بحث کنید.

آبخوان: وقتی ما بخواهیم مقدار قابل توجهی آب از زیر زمین برداشت کنیم، به‌دنبال یک لایه آبدار یا سفره آب زیرزمینی می‌گردیم. سنگ‌ها و رسوبات مختلف از نظر تشکیل آبخوان و میزان آبدهی، ویژگی‌های متفاوتی دارند. آبرفت‌ها و سنگ‌های آهکی حفره‌دار (آهک کارستی) قابلیت تشکیل آبخوان یا همان سفره‌های آب زیرزمینی را دارند ولی رس‌ها، سنگ‌های دگرگونی و آذرین، آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند. به‌طوری‌که، معمولاً چشمه‌ای در آنها به‌وجود نمی‌آید یا در صورت تشکیل، چشمه‌هایی با آبدهی بسیار کم و فصلی دارند. در حالی که در سنگ‌های آهکی حفره‌دار، معمولاً چشمه‌های پر آب و دائمی ایجاد می‌شود. اگر چاهی در یک لایه آبدار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه، نمایانگر سطح ایستایی و در لایه آبدار تحت فشار، سطح پیزومتریک است.

یادآوری

- در سال‌های گذشته، با آبخوان و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



- ۱- آبخوان چیست؟
- ۲- در شکل زیر، نوع آبخوان‌های الف و ب را مشخص کنید.
- ۳- چاه‌های شماره ۱ و ۲ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟
- ۴- کدام چاه از نوع آرتزین است؟

حرکت آب زیرزمینی: آب برای حرکت در داخل زمین، نیاز به انرژی دارد. آب زیرزمینی به‌طور کلی، از مکانی با انرژی بیشتر و سطح ایستایی بالاتر به مکانی با انرژی کمتر و در مسیری منحنی شکل حرکت می‌کند. این حرکت خیلی کندتر از حرکت آب در رودخانه است. حرکت آب در داخل آبخوان، از گاهی یک متر در روز تا حتی در بعضی نقاط یک متر در سال تغییر می‌کند. سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی به تخلخل و نفوذپذیری لایه آبدار بستگی دارد.

بیشتر بدانید

- کارست نام ناحیه‌ای واقع در دالماسی در خاک کرواسی و نزدیک مرز ایتالیا می‌باشد. سنگ‌های آهکی این ناحیه دارای چشم‌انداز ویژه‌ای است و اولین بار پدیده‌های انحلالی مربوط به سنگ‌های آهکی در این ناحیه مطالعه شده است. کارست‌ها حاصل انحلال سنگ‌های

تجدیدپذیری آب: در مدیریت منابع آب، ذخایر آب به دو دسته تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم می‌شوند. آب تجدیدپذیر، آبی است که در مقیاس زمانی معین، پس از مصرف انسان، از طریق چرخه آب، جایگزین می‌شود. بخشی از ذخایر آب که پس از مصرف، جایگزین نمی‌شود، آب تجدیدناپذیر است. برای جلوگیری از ایجاد بحران آب، باید میزان بهره‌برداری از منابع آب، کمتر از میزان تغذیه آن منابع باشد. عدم رعایت این مورد، در طی سال‌های گذشته، منجر به کاهش شدید ذخایر آب زیرزمینی کشور ما شده است. بنابراین توجه به میزان مصرف منابع آبی کشور، بسیار مهم و حیاتی است. امروزه در برخی از کشورهای کم آب، بهره‌برداری از آب‌های فسیلی مطرح شده است.

آب‌های فسیلی: به آب‌هایی گفته می‌شود که در طی چند هزار سال گذشته در اعماق زیاد محبوس شده‌اند و در چرخه آب قرار ندارند.

تفسیر کنید

- نمودار زیر، تغییرات سرانه آب تجدیدپذیر و جمعیت کشور در صد سال اخیر را نشان می‌دهد. نمودار را تفسیر کنید.



بیلان (توازن‌نامه) آب: محاسبه بیلان آب یک لایه ابدار، از بسیاری جهات، مشابه بررسی بیلان هزینه یک خانواده یا هر واحد اقتصادی است که کمک می‌کند تا میزان درآمد و هزینه‌ها با هم مقایسه شوند. در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب نیز، برای آنکه نوسانات حجم ذخیره منابع آب یک منطقه تعیین شود، بیلان آب محاسبه می‌شود.

توازن آب بر اساس اصل بقای جرم است. بین مقدار آب ورودی (I) به آبخوان و آب خروجی از آن (O) و تغییراتی که در حجم ذخیره آب به وقوع می‌پیوندد (ΔS)، رابطه زیر برقرار است:

$$\Delta S = I - O$$

به عبارتی، تغییراتی که در حجم آب داخل آبخوان اتفاق می‌افتد، با اختلاف آب ورودی و خروجی از آن برابر است. اگر مقدار آب ورودی به آبخوان، بیشتر از مقدار آب خروجی باشد، بیلان، مثبت و اگر کمتر از آن باشد، بیلان، منفی است.

کربناته مانند سنگ‌های آهکی بوده و توسعه تخلخل ثانویه در آنها به فراوانی انجام شده است. این پدیده در سایر سنگ‌های انحلال‌پذیر مانند سنگ‌های سولفاته و کلروره و سنگ گچ نیز اتفاق می‌افتد. کارست پدیده‌ای در پوسته زمین است که آثار آن به صورت اشکال مختلف از قبیل حفره‌ها و غارها، در سطح و در زیر سطح زمین وجود دارد. به علت وجود شکستگی‌های فراوان و قابلیت انحلال توده سنگی، یک سیستم گردش آب زیرزمینی در آنها شکل می‌گیرد. در مناطقی که کارست توسعه یافته است، معمولاً فروچاله‌های حاصل از کارست‌ها، آب را می‌بلعند و با انتقال آب از سطح به اعماق باعث تغذیه آبخوان‌های مجاور خود و یا خروج آب به شکل چشمه‌های پر آب و دائمی می‌شوند. از طرفی توده‌های کارستی حساسیت بالایی به ورود آلاینده‌ها داشته و به سرعت موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی خواهند شد.



ترکیب آب زیرزمینی: ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. آب زیرزمینی، به طور عمده، حاوی کلریدها، سولفات‌ها و بیکربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن است. بسیاری از عناصر و مواد دیگر نیز به مقدار بسیار کم در آب زیرزمینی وجود دارد. غلظت نمک‌های حل شده در آب زیرزمینی به جنس کانی‌ها و سنگ‌ها، سرعت نفوذ آب، دما و مسافت طی شده توسط آب بستگی دارد. آب، ضمن حرکت آهسته در زیر زمین، فرصت زیادی برای انحلال کانی‌های مسیر خود دارد.

فعالیت تکمیلی

- در مناطق خشک، هر چقدر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد، کیفیت آب، نامطلوب‌تر است. دلیل آن را توضیح دهید.
- در شهرهایی که نزدیک سواحل دریاها قرار دارند با پایین آمدن سطح ایستابی، چه مشکلاتی ایجاد می‌شود؟

مقدار نمک‌های محلول در آب زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگونی، به طور معمول کم است. این گونه سنگ‌ها اگر دچار هوازدگی و شکستگی شوند، قادر به ذخیره و عبور آب شده و به دلیل نداشتن املاح غالباً برای آشامیدن و مصارف دیگر مطلوبند. سنگ‌های تبخیری مانند سنگ نمک و سنگ گچ (کانی‌های ژپس و انیدریت)، انحلال‌پذیری زیادی دارند و از این رو، آب این گونه آبخوان‌ها، عموماً دارای املاح فراوان هستند. آب موجود در سنگ‌های کربناتی، معمولاً از نوع آب‌های سخت است، یعنی درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بیشتری دارد. این گونه آب‌ها، به خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آنها در صنعت و آشامیدن دارای محدودیت‌هایی است.

لایه‌های ابدار موجود در رسوبات رودخانه‌ای و آبرفتی به طور معمول، حاوی آب شیرین هستند. اما آب‌های زیرزمینی در حوضه‌های بسته، که محلی برای خروج آب زیرزمینی وجود ندارد، املاح زیادی دارند. در نواحی خشک، مانند مناطق کویری ایران، در برخی نقاط، شوری آب چنان زیاد است که برای بسیاری از موارد، نامناسب است. در این نواحی تبخیر آب از منطقه تپه‌به منجر به ته‌نشینی موادی در خاک شده که این امر برای کشاورزی نامناسب است.

در طی سال‌های گذشته به علت بهره‌برداری زیاد از منابع آبی، بیابان منابع آب در کل کشور و در بیش از ۶۰۹ دشت کشور، منگی بوده است. بر این اساس، بسیاری از دشت‌های کشور از نظر توسعه بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی، به‌عنوان دشت ممنوعه اعلام شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

در منابع معتبر جستجو کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- بر مصرف‌ترین و کم‌مصرف‌ترین استان کشور از نظر مصرف آب تجدیدناپذیر، کدام استان‌ها هستند؟
- آیا محل سکونت شما در محدوده دشت‌های ممنوعه واقع شده است؟



پیوند با شیمی

• سختی آب، به علت نمک‌های محلول در آن است. یون‌های کلسیم و منیزیم، به عنوان فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب، ملاک تعیین سختی آب هستند.



• نمونه آبی دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، یون کلسیم و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر، یون منیزیم است. سختی کل آب چقدر است؟ تحقیق کنید که آیا این آب برای شرب مناسب است.

جمع‌آوری اطلاعات

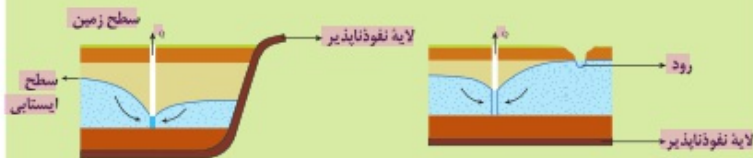
• برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد معلق در آب مانند مواد آلی، غیرآلی یا معدنی از TDS (Total Dissolved Solid) استفاده می‌شود که اگر مقدار آن در واحد آب زیاد باشد منجر به کاهش کیفیت آب می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار TDS استاندارد در آب آشامیدنی باید در بازه ۲۰ تا ۹۰ ppm باشد و افزایش یا کاهش مقدار آن مشکلات متعددی را برای سلامت انسان به همراه خواهد داشت. یکی از اشتباهات رایج درباره کیفیت آب این است که اغلب افراد TDS را با سختی کل آب TH، برابر می‌دانند. لازم به ذکر است که سختی آب به معنای مقدار ترکیبات کربناتی و غیرکربناتی کلسیم و منیزیم و سایر فلزات سنگین در آب می‌باشد، در حالی که TDS به مقدار کل مواد آلی و غیرآلی موجود در آب گفته می‌شود. در مورد طرز کار دستگاه سنجش TDS مطالبی جمع‌آوری کنید و کیفیت آب مدرسه را با دوستان خود تعیین نمایید.

لودگی منابع آب زیرزمینی: آب آشامیدنی در اکثر شهرها از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود. با وجود این، در سال‌های اخیر، از یک طرف افزایش جمعیت و از طرف دیگر برداشت روزافزون آب از مخازن زیرزمینی باعث کاهش شدید آب در آبخوان‌ها و با ورود آلاینده‌های مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری باعث افت کیفیت آب زیرزمینی شده است. کیفیت آب زیرزمینی، بستگی به مقدار املاح موجود در آن دارد. افزون بر املاح آب، برخی آلودگی‌ها توسط انسان نیز به آن وارد می‌شود. منابع آلاینده آب زیرزمینی به‌صورت نقطه‌ای و یا غیرنقطه‌ای هستند. در حالت نقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده از یک نقطه مشخص، مانند یک چاه فاضلاب (چاه جذبی) به‌طور مستقیم وارد آب زیرزمینی می‌شوند. از آنجایی که اکثر شهرهای ایران فاقد سیستم جمع‌آوری تصفیه و انتقال فاضلاب‌های خانگی هستند، فاضلاب به‌طور مستقیم وارد چاه آب می‌شود. در حالت غیرنقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده به‌وسیله رواناب‌های آلوده از سطح مراتع و یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و وارد آب زیرزمینی می‌شوند.

حریم منابع آب: کیفیت منابع آب زیرزمینی به‌وسیله کودهای کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری و همچنین کمیت آنها از طریق بهره‌برداری زیاد، در معرض تهدید است. بنابراین حفاظت از این منابع، دارای اهمیت زیادی است. یکی از روش‌های حفاظت از منابع آب زیرزمینی، تعیین حریم برای آنها است. بر این اساس، حریم کمی و کیفی تعریف می‌شود. حریم کمی، براساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می‌شود که حدود ۵۰۰ متر است. حریم کیفی چاه‌های تأمین‌کننده آب شرب، به‌صورت پهنه‌های حفاظتی تعریف می‌شود. منظور از پهنه‌های حفاظتی، محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاینده قبل از رسیدن به چاه از بین می‌رود. پهنه‌های حفاظتی، معمولاً شامل سه بخش داخلی، میانی و بیرونی است (شکل ۳-۶). در حریم داخلی هرگونه فعالیت آلوده‌کننده‌ای ممنوع می‌باشد. لازم به ذکر است که پس از آلوده شدن آبخوان، هیچ نوع راه‌حل ارزان و سریعی برای از بین بردن لودگی از این منابع وجود ندارد.

گفت‌وگو کنید

- ۱- شکل‌های زیر، گسترش مخروط افت چاه در اثر بهره‌برداری و تلاقی آن با یک لایه نفوذناپذیر و یک رود را نشان می‌دهد. در مورد تأثیر آنها بر روی شکل مخروط افت و میزان آب ورودی به چاه گفت‌وگو کنید.
- ۲- اگر مخروط افت چاه با یک منبع آلاینده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، چه اتفاقی می‌افتد؟





الف) فرونشست ناگهانی



ب) فرونشست تدریجی

شکل ۳-۷

فرونشست زمین: یکی از پیامدهای برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی، فرونشست زمین است. این وضعیت در بسیاری از دشت‌های کشور ما که با بیابان منفی آب زیرزمینی روبه‌رو هستند، مشاهده می‌شود.

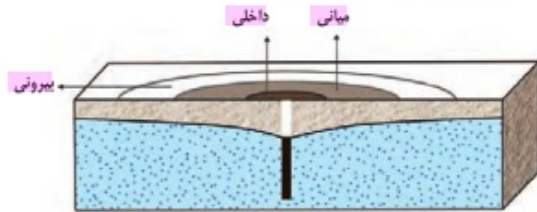
فرونشست زمین یا به صورت سریع، به شکل فروچاله ایجاد می‌شود (شکل ۳-۷ الف) و یا آرام و نامحسوس به صورت نشست سطح وسیعی از منطقه و ایجاد ترک و شکاف در سطح زمین نمایان می‌شود (شکل ۳-۷ ب). فرونشست زمین می‌تواند خسارت‌های فراوان به زیربناها و انواع سازه‌ها و زمین‌های کشاورزی وارد کند. برای کاهش میزان فرونشست زمین، باید بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی کاهش یابد و یا تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها تقویت شوند.

فکر کنید

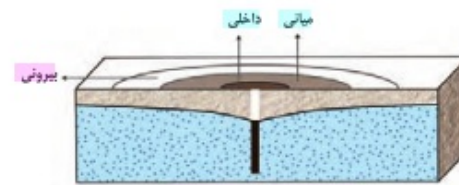
- فرونشست دشت‌ها، چه پدیده‌های مخربی را می‌تواند به همراه داشته باشد؟
- تغذیه مصنوعی چیست و چگونه انجام می‌شود؟

آلودگی منابع آب زیرزمینی: کیفیت آب زیرزمینی، بستگی به مقدار املاح موجود در آن دارد. افزون بر املاح آب، برخی آلودگی‌ها توسط انسان به آن وارد می‌شود. منابع آلاینده آب زیرزمینی، به صورت نقطه‌ای و یا غیرنقطه‌ای هستند. در حالت نقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده از یک نقطه مشخص، مانند یک چاه فاضلاب (چاه جذبی)، به‌طور مستقیم وارد آب زیرزمینی می‌شوند. در حالت غیر نقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده به‌وسیله رواناب‌های آلوده از سطح مراتع، و یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و وارد آب زیرزمینی می‌شوند.

حریم منابع آب: کیفیت منابع آب زیرزمینی به وسیله کودهای کشاورزی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری و همچنین کمیت آنها از طریق بهره‌برداری زیاد، در معرض تهدید است. بنابراین حفاظت از این منابع، دارای اهمیت زیادی است. یکی از روش‌های حفاظت از منابع آب زیرزمینی، تعیین حریم برای آنها است. بر این اساس، حریم کمی و کیفی تعریف می‌شود. حریم کمی، براساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می‌شود که حدود ۵۰۰ متر است. حریم کیفی چاه‌های تأمین‌کننده آب شرب، به‌صورت پهنه‌های حفاظتی تعریف می‌شود. منظور از پهنه‌های حفاظتی، محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاینده قبل از رسیدن به چاه از بین می‌رود. پهنه‌های حفاظتی، معمولاً شامل سه بخش داخلی، میانی و بیرونی است (شکل ۳-۸).



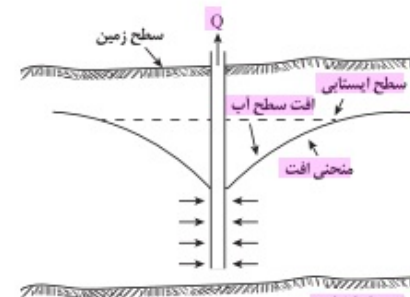
شکل ۳-۸ پهنه‌های حریم چاه



شکل ۳-۶ پهنه‌های حفاظتی چاه آب

به دلیل تفاوت در ویژگی خاک‌ها، مقدار جریان آب زیرزمینی، سرعت نفوذ آلاینده‌ها، شرایط گوناگون محیطی مناسب برای رشد انواع باکتری‌ها و سایر عوامل دیگر، نمی‌توان به‌طور دقیق فاصله‌ای را که فاضلاب در خاک طی می‌کند تا آلاینده‌های آن حذف شوند را مشخص کرد. آلاینده‌ها در خاک‌های ریز دانه پس از طی مسیر کوتاهی متوقف می‌شوند، در حالی که در سنگ‌های دارای درز و شکاف مانند کارست‌ها، قادرند تا فاصله بسیار زیادی حرکت کنند.

به‌طور مثال حداقل حریم بهداشتی برای آلاینده‌های میکروبی باید دارای شعاعی حدود ۱۰۰ متر در اطراف چاه آب باشد. مطالعات نشان داده حرکت و بقای ویروس‌ها و باکتری‌ها در شرایطی که خاک از نوع درشت دانه و اشباع از آب باشد به بیشترین مسافت طی شده می‌رسد. در حالی که اگر سرعت حرکت آب آلوده در خاک آرام و کند باشد اغلب میکروب‌های بیماری‌زا، به دلیل دمای پایین خاک‌ها و کمبود مواد غذایی، پس از گذشت چند هفته از بین رفته و به چاه آب وارد نمی‌شوند.



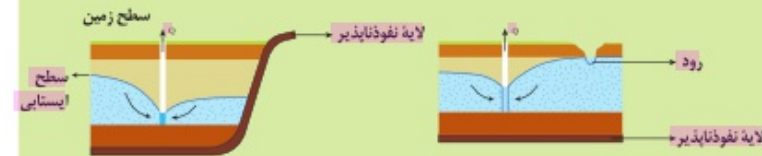
لایه نفوذناپذیر

شکل ۳-۷ مخروط افت چاه آب

بهره‌برداری از آب زیرزمینی: انسان به‌وسیله چاه و قنات آب‌های زیر زمین را خارج می‌کند چاه حفرة‌ای است که از سطح زمین تا منطقه اشباع حفر شده و در نتیجه آن، آب زیرزمینی در داخل چاه جمع می‌شود. بیرون آوردن آب از چاه به راه‌های مختلف صورت می‌گیرد. (آب بعضی از چاه‌ها مانند چاه ارتزین خود به خود بیرون می‌جهد) وقتی آب زیرزمینی از چاه استخراج می‌شود سطح آب به تدریج در اطراف چاه پایین می‌رود. بر اثر افت سطح آب اطراف چاه، جریان طبیعی آب زیرزمینی تغییر می‌کند و آب از نقاط دورتر و اطراف چاه به سمت آن جریان می‌یابد (شکل ۳-۷). فاصله چاه‌ها از یکدیگر در میزان آیدهی آنها مؤثر است.

گفت‌وگو کنید

- شکل‌های زیر، گسترش مخروط افت چاه در اثر بهره‌برداری و تلاقی آن با یک لایه نفوذناپذیر و یک رود را نشان می‌دهد. در مورد تأثیر آنها بر روی شکل مخروط افت و میزان آب ورودی به چاه گفت‌وگو کنید.
- اگر مخروط افت چاه با یک منبع آلاینده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، چه اتفاقی می‌افتد؟



جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت‌های ممنوع	حريم	ردیف
	بیرونی	۱
	میانی	۲
	داخلی	۳

منابع خاک

در کتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که خاک، حاصل هوازدگی و خرد شدن سنگ‌ها است (شکل ۳-۹). خاک، محیط مناسبی برای کشت گیاهان و محلی برای زندگی برخی موجودات زنده است. خاک به عنوان سطحی‌ترین قشر زمین و بستر تولید محصول کشاورزی شناخته می‌شود که به‌طور دائمی در معرض تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی است.



شکل ۳-۹. خرد شدن سنگ‌ها

یادآوری

- در گذشته، با هوازدگی و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
 - ۱- جنبه‌های مثبت و منفی هوازدگی را بیان کنید.
 - ۲- عوامل مؤثر بر هوازدگی فیزیکی و شیمیایی کدام‌اند؟
 - ۳- هر یک از تصاویر زیر، کدام نوع هوازدگی را نشان می‌دهد؟



پ



ب



الف

بیلان (ترازنامه) آب: محاسبه بیلان آب یک لایه ابدار، از بسیاری جهات، مشابه بررسی بیلان هزینه یک خانواده یا هر واحد اقتصادی است که کمک می‌کند تا میزان درآمد و هزینه‌ها با هم مقایسه شوند. در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب نیز، برای آنکه نوسانات حجم ذخیره منابع آب یک منطقه تعیین شود، بیلان آب محاسبه می‌شود. بین مقدار آب ورودی I به ایخوان و آب خروجی از آن O و تغییراتی که در حجم ذخیره آب زیرزمینی به وقوع می‌پیوندد ΔS ، رابطه زیر برقرار است:

$$\Delta S = I - O$$

به عبارتی، تغییراتی که در حجم آب داخل ایخوان اتفاق می‌افتد، با اختلاف آب ورودی و خروجی از آن برابر است. اگر مقدار آب ورودی به ایخوان، بیشتر از مقدار آب خروجی باشد، بیلان، مثبت و اگر کمتر از آن باشد، بیلان، منفی است. برای جلوگیری از ایجاد بحران آب، باید میزان بهره‌برداری از منابع آب، کمتر از میزان تغذیه آن منابع باشد. عدم رعایت این مورد، در طی سال‌های گذشته، منجر به کاهش شدید ذخایر آب زیرزمینی کشور ما شده است. در طی سال‌های گذشته به علت بهره‌برداری زیاد از منابع آبی، بیلان منابع آب در کل کشور منفی بوده است. بر این اساس، بسیاری از دشت‌های کشور از نظر توسعه بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی، به عنوان دشت ممنوعه اعلام شده است.



فرونشست زمین

فرونشست، نوعی حرکت قائم و روبه پایین سطح زمین است که توسط عوامل طبیعی مختلفی مثل ریزش زمین در محل سنگ‌های تجللال‌پذیر، گسل و یا عوامل انسانی مثل استخراج معادن، نفت، گاز و بهره‌برداری از آب زیرزمینی ایجاد می‌شود. با این وجود مهم‌ترین علت فرونشست سطح زمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بهره‌برداری بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی است. در اثر خروج آب از منافذ خاک، طرز قرارگیری دانه‌های خاک به هم خورده و از طرفی نیروی ناشی از وزن طبقات بالای سطح ایستایی باعث آرایش جدیدی در ذرات می‌شوند که کاهش حجم و ضخامت لایه‌های روی ایخوان را در پی خواهد داشت. این پدیده علاوه بر کاهش حجم ایخوان موجب ناپایداری زمین و به هم خوردن تعادل طبیعی لایه‌های خاک می‌گردد. در بسیاری از دشت‌های کشور ما که با بیلان منفی آب زیرزمینی روبه‌رو هستند، این وضعیت مشاهده می‌شود. فرونشست زمین یا به‌صورت سریع، به شکل فروچاله ایجاد می‌شود (شکل ۳-۸ الف) و یا آرام و نامحسوس به‌صورت نشست سطح

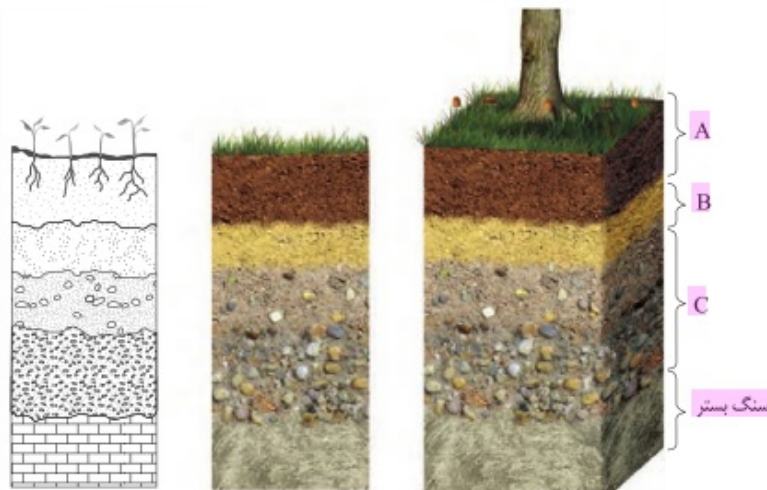
خاک و فرسایش

خاک، از دو بخش آلی (هوموس) و معدنی تشکیل شده است. بخش معدنی، شامل برخی کانی‌ها مانند کانی‌های رسی و کوارتز که حاوی عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، کلسیم و... می‌باشد، البته عوامل تشکیل و ترکیب خاک‌ها، متغیر است و به عواملی مانند نوع سنگ مادر، شیب زمین، فعالیت جانداران و اقلیم منطقه بستگی دارد.

ذرات تشکیل دهنده خاک، برحسب اندازه، به سه دسته اصلی درشت دانه (خاک‌های شنی)، متوسط دانه (ماسه و لای) و ریزدانه (خاک‌های رسی) تقسیم می‌شوند. معمولاً خاک‌های طبیعی، ترکیبی از آنها است.

مقدار آبی که خاک‌ها می‌توانند از خود عبور دهند، بستگی به اندازه ذرات خاک دارد. هرچه ذرات خاک، ریزتر باشد، آب بیشتری را در خود نگه می‌دارد و مقدار کمتری را عبور می‌دهد. خاک رس، بسیار ریزدانه است، بنابراین فضای بین ذرات آن بسیار کوچک است به طوری که گردش آب و هوا به خوبی صورت نمی‌گیرد و برای رشد گیاهان مناسب نیست. در خاک‌های شنی، آب به راحتی از میان ذرات عبور می‌کند یعنی، زهکشی خوبی دارد، اما برای رشد گیاهان مناسب نمی‌باشد، چون آب و مواد مغذی را در خود نگه نمی‌دارد. مخلوط مناسب خاک ماسه‌ای و رسی و استفاده از کود مناسب یا گیاه‌خاک، ترکیب مناسبی است که موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. به طور کلی، خاک لوم که ترکیبی از ماسه، لای و رس است، خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها می‌باشد.

نیم رخ خاک: به مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ بستر که افق‌های مختلف خاک در آن قابل مشاهده می‌باشد، نیم رخ خاک می‌گویند. معمولاً در نیم رخ خاک، افق‌های زیر وجود دارد (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰ افق‌های خاک و سنگ بستر

(- لای (سیلت): به ذرات رسوبی بزرگ‌تر از رس و کوچک‌تر از ماسه گفته می‌شود.

وسعی از منطقه و ایجاد ترک و شکاف در سطح زمین نمایان می‌شود (شکل ۳-۸-ب) این پدیده می‌تواند باعث مشکلاتی مانند کاهش حاصلخیزی خاک، لوله‌زایی (بالا آمدن لوله‌های آب از سطح زمین) (شکل ۳-۸-ب)، ریزش و کج شدن جداره چاه‌ها، تغییر شیب رودخانه‌ها و جاده‌ها، تغییر شیب سطح زمین و افزایش سیل خیزی منطقه گردد.

برای کاهش میزان فرونشست زمین، باید بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی کاهش یابد و با تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها تقویت شوند.



(ب)

(ب)

(الف)

شکل ۳-۸- فرونشست زمین

فعالیت تکمیلی

- فرونشست دشت‌ها، چه پدیده‌های مخربی را می‌تواند به همراه داشته باشد؟
- تغذیه مصنوعی چیست و چگونه انجام می‌شود؟

منابع خاک

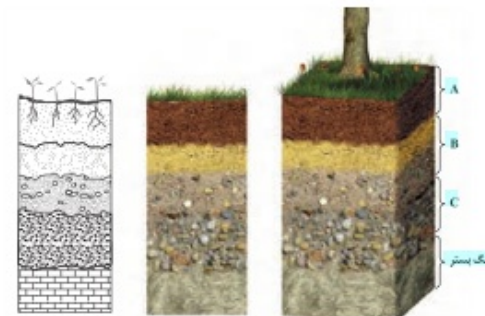
در کتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که خاک، محصول هوازدگی فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها همراه با تجمع باقیمانده‌های در حال فساد جانداران است که لایه‌ای را بین سنگ بستر و هواکره تشکیل می‌دهد. خاک به عنوان سطحی‌ترین قشر زمین و بستر تولید محصول کشاورزی شناخته می‌شود که به طور دائمی در معرض تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی است.

خاک، از دو بخش آلی یا هوموس و معدنی تشکیل شده است. بخش معدنی، حداقل ۸۰ درصد خاک را تشکیل می‌دهد و شامل برخی کانی‌ها مانند کانی‌های رسی و کوارتز که حاوی عناصری از قبیل نیتروژن، فسفر، کلسیم و غیره می‌باشد، البته عوامل تشکیل و ترکیب خاک‌ها، متغیر است و به عواملی مانند نوع سنگ مادر، شیب زمین، فعالیت جانداران و اقلیم منطقه بستگی دارد. ذرات تشکیل دهنده خاک و رسوبات، برحسب اندازه، به سه دسته اصلی درشت، متوسط و ریزدانه تقسیم می‌شوند. معمولاً خاک‌های طبیعی، ترکیبی از آنها است.

مقدار آبی که خاک‌ها می‌توانند از خود عبور دهند، بستگی به اندازه ذرات خاک دارد. هرچه ذرات خاک، ریزتر باشد، آب بیشتری را در خود نگه می‌دارد و مقدار کمتری را عبور می‌دهد. خاک رس، بسیار ریزدانه است، بنابراین فضای بین ذرات آن بسیار کوچک است به طوری که گردش آب و هوا به خوبی صورت نمی‌گیرد و برای رشد گیاهان مناسب نیست. در خاک‌های شنی، آب به راحتی از میان ذرات عبور می‌کند یعنی، زهکشی خوبی دارد، اما برای رشد گیاهان مناسب نمی‌باشد، چون آب و مواد مغذی را در خود نگه نمی‌دارد. مخلوط مناسب خاک ماسه‌ای و رسی و استفاده از کود مناسب یا گیاه‌خاک، ترکیب مناسبی است که موجب حاصلخیزی خاک می‌شود. به طور کلی، خاک لوم که ترکیبی از ماسه، لای و رس است، از مهم‌ترین خواص این خاک، توانایی حفظ رطوبت و غنی بودن آن از مواد مغذی است، از این رو خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها می‌باشد.

افق A، بالاترین لایه خاک است. ریشه گیاهان در آن رشد می‌کنند. این افق، معمولاً حاوی گیاهخاک (هوموس) به همراه ماسه و رس است. وجود مواد آلی باعث رنگ خاکستری تا سیاه این افق می‌شود. در افق B یا خاک میانی، رس، ماسه، شن، املاح سسته شده از افق A و مقدار کمی گیاهخاک وجود دارد. افق C، خاک زیرین است و در آن، مواد سنگی به میزان کم، تخریب و تجزیه شده‌اند. در نتیجه سنگ اولیه تغییر زیادی نکرده و به صورت قطعات خرد شده است. در زیر این افق، سنگ بستر قرار دارد که تخریب و یا تجزیه‌ای در آن صورت نگرفته است. اگرچه این افق‌ها در بسیاری از نیم‌رخ خاک‌ها مشاهده می‌شود ولی، خاک‌های مناطق مختلف از نظر رنگ، بافت، ضخامت و ترکیب شیمیایی متفاوت هستند. خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی، از نظر کشاورزی و صنعتی ارزش زیادی دارد. در صورتی که خاک‌های حاصل از تخریب سنگ‌ها دارای کانی‌های مقاوم (مانند کوارتز) که غالباً شنی و ماسه‌ای می‌باشند، فاقد ارزش کشاورزی هستند. در کشاورزی، خاکی را حاصلخیز می‌گویند که موجب رشد بیشتر گیاه شود مانند مناطق گرم و مرطوب که هوازگی شیمیایی اهمیت بیشتری دارد.

فرایند تشکیل خاک، بسیار کند است. در شرایط طبیعی، به‌طور میانگین ۳۰۰ سال زمان لازم است تا خاکی به ضخامت ۲۵ میلی‌متر تشکیل شود.



نیم‌رخ خاک: به مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ بستر که افق‌های مختلف خاک در آن قابل مشاهده می‌باشد، نیم‌رخ خاک می‌گویند. معمولاً در نیم‌رخ خاک، افق‌های زیر وجود دارد (شکل ۳-۹).

شکل ۳-۹. افق‌های خاک و سنگ بستر

افق A، بالاترین لایه خاک است. ریشه گیاهان در آن رشد می‌کنند. این افق، معمولاً حاوی گیاهخاک (هوموس) به همراه ماسه و رس است. وجود مواد آلی باعث رنگ خاکستری تا سیاه این افق می‌شود. در افق B یا خاک میانی، رس، ماسه، شن، املاح سسته شده از افق A و مقدار کمی گیاهخاک وجود دارد. افق C، خاک زیرین است و در آن، مواد سنگی به میزان کم، تخریب و تجزیه شده‌اند. در نتیجه سنگ اولیه تغییر زیادی نکرده و به صورت قطعات خرد شده است. در زیر این افق، سنگ بستر قرار دارد که تخریب و یا تجزیه‌ای در آن صورت نگرفته است. اگرچه این افق‌ها در بسیاری از نیم‌رخ خاک‌ها مشاهده می‌شود ولی، خاک‌های مناطق مختلف از نظر بافت، رنگ، ضخامت و ترکیب شیمیایی متفاوت هستند. خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی، از نظر کشاورزی و صنعتی ارزش زیادی دارد. به‌طور مثال، بر اثر هوازگی شیمیایی فلدسپارها، کانی‌های رسی مانند کائولینیت ایجاد می‌شود که علاوه بر اهمیت آن در تشکیل خاک، در صنعت کاشی‌سازی و چینی‌سازی نیز شرکت دارند. در اغلب اقلیم‌ها، کوارتز در مقابل هوازگی شیمیایی فوق‌العاده پایدار است و فقط به‌طور جزئی حل می‌شود. در نتیجه خاک‌های حاصل از تخریب سنگ‌های دارای کانی مقاومی مانند کوارتز، غالباً شنی و ماسه‌ای بوده و فاقد ارزش کشاورزی هستند. در کشاورزی، خاکی را حاصلخیز می‌گویند که موجب رشد بیشتر گیاه شود مانند خاک‌های تشکیل شده در مناطق گرم و مرطوب که هوازگی شیمیایی در آنها اهمیت بیشتری دارد.

فکر کنید

- دربارهٔ خاک مناطق مختلف آب و هوایی، جدول زیر را با کلمات (کم، زیاد) کامل کنید.

خاک مناطق	مقدار گیاهخاک	ضخامت خاک
معتدل	زیاد	
استوایی		زیاد
قطبی	کم	
بیابانی		کم

- بیشترین محصولات کشاورزی از مناطق معتدل به دست می‌آید. علت این امر چیست؟

فرسایش: فرسایش، فرایندی مداوم است که طی آن، ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا و به کمک عوامل انتقال دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود. فعالیت‌های انسانی آن را کاهش یا افزایش می‌دهد اما نمی‌تواند آن را کاملاً متوقف کند. مقدار فرسایش پذیری خاک، معمولاً در ایام مختلف سال، ثابت نیست.

فرسایش به‌طور طبیعی و توسط عواملی مانند آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه و آب‌های زیرزمینی و بدون دخالت انسان و به آرامی، یا با سرعت زیاد انجام می‌شود. فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، معدن کاری، جاده‌سازی و سایر فعالیت‌های عمرانی، فرسایش طبیعی را تشدید می‌کنند. افزون بر انسان، سایر جانداران نیز، در افزایش این فرسایش‌ها نقش دارند.

فعالیت تکمیلی

- علت تنوع رنگ خاک در مناطق مختلف چیست؟



فرسایش

هوازگی مقدمه فرسایش است و در طی فرسایش، هوازگی نیز همچنان ادامه دارد. فرسایش، فرایندی مداوم است که طی آن، ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا و به کمک عوامل انتقال دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود. مقدار فرسایش پذیری خاک، معمولاً در ایام مختلف سال، ثابت نیست.

فرسایش به‌طور طبیعی و توسط عواملی مانند آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه و آب‌های زیرزمینی و بدون دخالت انسان و به آرامی، یا با سرعت زیاد انجام می‌شود. فعالیت‌های انسانی آن را کاهش یا افزایش می‌دهد، اما نمی‌تواند آن را کاملاً متوقف کند. فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، معدن کاری، جاده‌سازی و سایر فعالیت‌های عمرانی، فرسایش طبیعی را تشدید می‌کنند. افزون بر انسان، سایر جانداران نیز، در افزایش این فرسایش‌ها نقش دارند.

فکر کنید

- در هر یک از تصاویر زیر، که نمونه‌هایی از فرسایش زمین را نشان می‌دهد، کدام عامل فرسایشی، دخالت بیشتری دارد؟



الف



ب

فرسایش آب‌های جاری: تاکنون رودهای کوچک یا بزرگی را دیده‌اید. بعضی از رودها، آب زلالی دارند. ولی برخی دیگر گل آلودند. رودها همواره سطح زمین را در جایی می‌فرسایند و مواد حاصل را در جای دیگر ته‌نشین می‌کنند. فرسایش سطح زمین از لحظه فرود قطرات باران شروع می‌شود. هر قطره باران، در لحظه برخورد به زمین، دارای مقداری انرژی جنبشی است که می‌تواند ذرات خاک را سست و پراکنده کند. آن‌گاه این ذرات توسط آب‌های سطحی شسته می‌شوند. این گونه فرسایش، که «فرسایش ورقه‌ای» خوانده می‌شود، نقش مهمی در فرسایش و سست‌وشوی خاک در سطح حوضه آبریز دارد.



شکل ۳-۱۰

اگر سطح زمین به وسیله پوشش گیاهی محافظت نشده باشد فرسایش بیشتری پیدا کرده و در سطح زمین مجاری و آبراه‌های کوچکی ایجاد می‌شود. با ادامه فرسایش، این مجاری وسیع‌تر و عمیق‌تر شده و شیارهای بزرگ‌تری به وجود می‌آید. مهم‌ترین ویژگی بارندگی که در فرسایش زمین مؤثر است، شدت و مدت بارش است. هنگامی که جریان آب، شدت پیدا کند، باعث فرسایش خندقی و از بین رفتن زمین‌های با ارزش کشاورزی می‌شود. پیدایش خندق‌ها، علاوه بر آنکه از ارزش زمین‌های کشاورزی می‌کاهد، باعث تخریب جاده‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها می‌شود. در اغلب شرایط می‌توان با ساخت کانال و ایجاد پوشش گیاهی، انرژی جریان آب را کاهش داد (شکل ۳-۱۰).

قدرت فرساینده‌ی رواناب بستگی به سرعت و میزان مواد معلق موجود در رواناب دارد. هر چه سرعت رواناب، جرم و میزان مواد معلق بیشتر باشد، انرژی جنبشی آب و در نتیجه، قدرت فرساینده‌ی آن بیشتر می‌شود. قدرت فرساینده‌ی آب خالص، کمتر از آب دارای مواد معلق است. وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب جاری کاسته شده و انرژی خود را از دست بدهد، رسوب‌گذاری رود شروع می‌گردد. سرعت رود وقتی کم می‌شود که درجه شیب بستر آن کاهش یافته، بسترش عریض شود، یا مقدار آب آن کاهش یابد. رودها مخصوصاً زمانی سرعت خود را از دست می‌دهند که وارد دریا و یا مخزن سدها شوند و در اینجاست که تمام مواد همراهشان رسوب خواهد کرد.

بیشتر بدانید

• پس از ته‌نشین شدن ذرات رسوبی (آواری، شیمیایی و زیستی) در محیط رسوبی، تغییراتی در مشخصات، ویژگی‌ها و ترکیب رسوبات ایجاد می‌شود. مجموعه فرایندها و فعل و انفعالاتی که پس از رسوب‌گذاری ذرات و در طی سنگ شدن آنها به وقوع می‌پیوندد و باعث تغییر فیزیکی و شیمیایی رسوبات می‌گردد، دیاژنز نام دارد. عمل دیاژنز بلافاصله پس از رسوب‌گذاری آغاز می‌شود و تا قبل از دگرگونی ادامه پیدا می‌کند. محدوده دمایی دیاژنز بین صفر تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و معمولاً در عمق ۱۰ الی ۱۵ کیلومتر است. در جدول زیر، انواع رسوبات براساس اندازه آنها آمده است. رسوبات متوسط تا دانه درشت توسط فرایند سیمان‌شدگی به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. گردش‌دهی ذرات رسوبی مثلاً در سنگ کنگلومرا نیز می‌تواند توسط حمل شدن رسوبات در طی مسافت‌های طولانی ایجاد شود.

انواع رسوبات (متفصل و ناپیوسته)	ذرات	سنگ‌های رسوبی
دانه درشت (بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر)	قطعه سنگ فلوستک ریگ شن	کنگلومرا (ذرات گرد) یا برش (ذرات زاویه‌دار)
دانه متوسط (۱/۱۶-۲ میلی‌متر)	ماسه	ماسه سنگ
دانه ریز (کوچک‌تر از ۱/۱۶ میلی‌متر)	سیلت رس	سیلت سنگ شیل

گفت و گو کنید

• درباره نقش فعالیت‌های انسان در افزایش و کاهش فرسایش خاک گفت و گو کنید.



شکل ۱۱-۲. فرسایش خندقی

فرسایش آبی: در نقاطی که آب بر روی خاک بدون پوشش گیاهی، در جریان باشد، مقداری از ذرات خاک از بستر، جدا و با آب حمل می‌شوند. مهم‌ترین ویژگی بارندگی که در فرسایش زمین مؤثر می‌باشد، شدت و مدت بارش است. هنگامی که جریان آب، شدت پیدا کند، باعث فرسایش خندقی و از بین رفتن زمین‌های با ارزش کشاورزی می‌شود. پیدایش خندقی‌ها، علاوه بر آنکه از ارزش زمین‌های کشاورزی می‌کاهد، باعث تخریب جاده‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها می‌شود. در اغلب شرایط می‌توان با ساخت کانال و ایجاد پوشش گیاهی، انرژی جریان آب را کاهش داد (شکل ۱۱-۳).

فکر کنید

• هر یک از پیامدهای زیر، مربوط به کدام نوع بارندگی (آرام و کوتاه - آرام و طولانی - شدید و کوتاه - شدید و طولانی) است؟
نفوذ آب به آبخوان - فرسایش خاک - وقوع سیل - ایجاد رواناب

قدرت فرساینده‌ی رواناب، بستگی به سرعت و میزان مواد معلق موجود در رواناب دارد. هر چه سرعت رواناب، جرم و میزان مواد معلق بیشتر باشد، انرژی جنبشی آب، و در نتیجه، قدرت فرساینده‌ی آن بیشتر می‌شود. قدرت فرساینده‌ی آب خالص، کمتر از آب دارای مواد معلق است، وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب جاری کاسته شود، رسوب‌گذاری رود شروع می‌گردد.

جمع‌آوری اطلاعات

در مورد فرسایش خاک و عوامل مؤثر بر آن، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- برای افزایش نفوذپذیری خاک، به منظور کاهش رواناب، چه اقدامی می‌توان انجام داد؟
۲- آتش‌زدن زمین‌های کشاورزی، پس از برداشت محصول، چه تأثیری بر فرسایش خاک دارد؟

فرسایش خاک، باعث کاهش سطح زیر کشت و کاهش حاصلخیزی زمین‌ها می‌شود. همچنین با ته‌نشینی مواد در آبراهه‌ها و مخازن سدها و کاهش ظرفیت آب‌گیری آنها، خسارت‌های فراوانی را ایجاد می‌کند.

فرسایش خاک باعث کاهش ضخامت خاک، ماده معدنی و آلی از آن شده، به تدریج حاصلخیزی خود را از دست می‌دهد. همچنین با ته‌نشینی رسوبات در آبراهه‌ها و مخازن سدها و کاهش ظرفیت آب‌گیری آنها، خسارت‌های فراوانی را ایجاد می‌کند. خاک‌های ماری از فرسایش پذیرترین خاک‌ها به خصوص در مناطق خشک به حساب می‌آیند. مارن‌ها مخلوطی از ذرات منفصل آهکی و رسی هستند. این رسوبات دارای فرسایش پذیری بالایی بوده و سالیانه مقادیر زیادی رسوب تولید می‌کنند که باعث کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش ظرفیت مخازن سدها می‌شود. از خصوصیات این نوع خاک‌ها می‌توان به نفوذپذیری کم، فقر پوشش گیاهی و شکل‌های مختلف فرسایشی مانند خندقی اشاره کرد.

حفاظت آب و خاک: آب و خاک برای هر کشور، به عنوان سرمایه‌های ارزشمند، اهمیت فراوان دارد زیرا آب و خاک از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی، باغی و جنگلی است. حفاظت آب و خاک علاوه بر آنکه باعث جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک می‌شود با استفاده بهینه از این منابع موجب رسیدن به توسعه پایدار خواهد شد.

فرایند تشکیل خاک بسیار کند است. در شرایط طبیعی به طور میانگین ۳۰۰ سال زمان لازم است تا خاکی به ضخامت ۲۵ میلی‌متر تشکیل شود. لذا باید در بهره‌برداری از خاک دقت لازم را به عمل آورد. هدف از حفاظت خاک، جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است. زمانی این هدف تحقق می‌یابد که سرعت فرسایش خاک، کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.

بیشتر بدانید



• سازندهای ماری سطح وسیعی از کشور ایران را دربر گرفته است. فرسایش پذیری بالای این سازندها در سطح حوزه‌های آبخیز کشور مسائل و مشکلات زیادی از جمله کاهش کیفیت خاک در اراضی کشاورزی و مرتعی و جنگلی، افزایش خطر حرکات توده‌ای و زمین لغزش، کاهش کیفیت منابع آب سطحی، افزایش میزان بار معلق رسوبی وارد شده به مخازن سدهای کشور، بیابانی شدن مناطق به علت فرسایش شدید و شکست طرح‌های آبخیزداری اکثراً به دلیل شناخت ناکافی از میزان حساسیت سازندهای ماری در مقابل عوامل فرسایش بوده است. آفتاب‌تاب رسوب در برکه‌ها و یا آب‌انبارها که همچنان مورد استفاده مردم بومی در تأمین آب شرب آنها است، از مشکلاتی است که باعث می‌شود تا این سازه سنتی ذخیره‌ای آب دچار مشکلات زیادی بشود. حساسیت سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش خاک و تولید رسوب باعث جمع شدن رسوبات در مخازن برکه‌ها و کاهش حجم ذخیره آب‌گیری آن می‌گردد. هر چند مردم محلی با دانش بومی خود در مکان‌یابی برکه‌ها مسئله رسوب را در نظر می‌گیرند و از طرف دیگر به منظور جلوگیری از ورود رسوبات به درون برکه، در محل ورودی آب، نسبت به احداث حوضچه رسوب‌گیر اقدام می‌نمایند، اما در سیلاب‌های بزرگ با پر شدن حوضچه رسوب‌گیر از رسوب معمولاً مقدار زیادی از رسوبات به برکه‌ها وارد می‌شود. در این مناطق لای‌روبی و رسوب‌برداری با شیوه‌های دستی و به کمک تراکتور انجام می‌شود.

بیشتر بدانید

• به علت بهره‌برداری غیر اصولی و نادرست بشر تاکنون، میلیون‌ها هکتار از جنگل‌ها، مراتع و زمین‌های کشاورزی به زمین‌های بایر تبدیل شده است، فرسایش انسانی، یکی از مشکلات جهانی است. طبق تخمین سازمان خواربار جهانی (فائو) هر سال بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک از سطح خشکی‌ها فرسایش می‌یابد. در کشور ما، آثار و علائم فرسایش در اکثر نقاط دیده می‌شود.

حفاظت آب و خاک: آب و خاک برای هر کشور، به عنوان سرمایه‌های ارزشمند، اهمیت فراوان دارد زیرا، آب و خاک از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی، باغی و جنگلی است. حفاظت از منابع آب به منظور استفاده بهینه از این منابع و رسیدن به توسعه پایدار است. حفاظت آب و خاک در جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک، تأثیر فراوانی دارد. هدف از حفاظت خاک، جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است. زمانی این هدف تحقق می‌یابد که سرعت فرسایش خاک، کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.



• **هیدروژئولوژی:** مطالعه در زمینه چگونگی حرکت آب در درون زمین، اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی، نحوه بهره‌برداری و فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی در علم هیدروژئولوژی انجام می‌شود.

علم، زندگی، کارآفرینی

• **رسوب‌شناسی:** مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط عوامل فرسایشی همچون آب، باد و یخ به مناطق پست یا حوضه رسوبی انتقال یافته و در آنجا بر روی هم انباشته می‌شوند. این مواد پس از سخت شدن، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، فرایندهای انتقال، ته‌نشینی و تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی مطالعه می‌شود.

متخصصین این رشته در سازمان‌ها و شرکت‌های تابعه وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت، سازمان محیط‌زیست، شرکت‌های مهندسی مشاور مرتبط با تأمین و انتقال



فرسایش زمین و تشکیل دره توسط آب و باد

آب، سدسازی و تونل‌سازی، وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها و... می‌توانند در هدایت پروژه‌های عمرانی و پژوهشی کمک شایانی داشته باشند.

علم، زندگی، کارآفرینی



• **هیدروژئولوژی:** مطالعه در زمینه چگونگی حرکت آب در درون زمین، اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی، نحوه بهره‌برداری و فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی در علم هیدروژئولوژی انجام می‌شود.

• **رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی:** مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط عوامل فرسایشی همچون آب، باد و یخ به مناطق پست یا حوضه رسوبی انتقال یافته و در آنجا بر روی هم انباشته می‌شوند. این مواد پس از سخت شدن، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، فرایندهای انتقال، ته‌نشینی و تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی مطالعه می‌شود.

متخصصین این رشته در سازمان‌ها و شرکت‌های تابعه وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی، صنعت، معدن و تجارت، سازمان محیط‌زیست، شرکت‌های مهندسی مشاور مرتبط با تأمین و انتقال آب، سدسازی و تونل‌سازی، وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها و... می‌توانند در هدایت پروژه‌های عمرانی و پژوهشی کمک شایانی داشته باشند.



فرسایش زمین و تشکیل دره توسط آب و باد



دریاچه پشت سد کارون - ۳



چین خوردگی

۴ فصل

زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

انسان از گذشته‌های دور، بناهایی ساخته است که هنوز هم پس از گذشت هزاران سال، باقی مانده‌اند. ستون‌های بزرگ تخت‌جمشید، بناهای چغازنبیل، اهرام مصر، دیوار چین و قنات‌های باستانی با وجود گذشت سال‌ها، هنوز هم پایرجا هستند و دانش مهندسی را در عهد باستان نشان می‌دهند. به‌راستی، چه عواملی باعث شده است تا این بناها همچنان پایرجا بمانند؟ در ساخت آنها، از چه مصالحی استفاده شده است؟ جاده‌ها، راه‌آهن، پل‌ها، تونل‌ها، خطوط انتقال نفت، گاز و آب، سد‌ها، کارخانه‌ها، ساختمان‌های بلند، برج‌های مخابراتی مانند برج میلاد و همه سازه‌های مهندسی، از موادی ساخته می‌شوند که از زمین به‌دست می‌آیند.

بارها در رسانه‌ها، اخبار مربوط به انواع ریزش سنگ در جاده‌های کوهستانی، تخریب ساختمان‌ها و سازه‌های سنگین به دلیل گودبرداری، ریزش تونل‌ها، فرار آب از سد‌ها و تخریب بدنه آنها، ریزش پل‌ها و ... را شنیده‌اید.

یکی از مسائل اصلی در ساخت و نگهداری سازه‌ها، پایداری زمین است. در ساخت سازه‌ها، مسائل مختلف زمین‌شناسی مطرح است که باید مورد مطالعه قرار گیرد. یکی از وظایف مهم زمین‌شناس، تشخیص احتمال وقوع فرایندهای مخرب و ارائه روش‌های مقابله با آنها است به نحوی که، آسیبی به تأسیسات و سازه‌های مهندسی وارد نشود.



۴ فصل

پویایی زمین

اگر می‌توانستیم یک میلیارد سال به گذشته بازگردیم زمین را سیاره بسیار متفاوت با سیاره امروزی می‌یافتیم. در آن صورت کوه‌ها و دریاها به شکل‌های امروزی وجود نداشتند و قاره‌ها نیز به شکل‌های دیگری بودند. در طول چند دهه گذشته اطلاعات بسیار زیادی دربارهٔ زمین جمع‌آوری شد که به تحولات زیادی در علم زمین‌شناسی با تأکید بر پویایی سیاره زمین منجر گردید. امروزه زمین‌شناسان معتقدند که سطح زمین یک‌پارچه نیست و در برخی نقاط بریده و از هم جدا می‌باشد، این قطعات ثابت نیستند و نسبت به هم در حال حرکت‌اند. میزان این جابه‌جایی بسیار کم و در حد چند سانتی‌متر در سال است.





سکوی نفتی - خلیج فارس



تونل نیایش - تهران

مکان یابی سازه‌ها

قبل از اجرای پروژه‌های عمرانی مانند سد، نیروگاه، بزرگراه، پل، مجتمع‌های تجاری و مسکونی، برج‌ها و ... که سازه نامیده می‌شوند، انجام مطالعات زمین شناسی سنگ بستر آنها، ضروری است. در این مطالعات، ناهمواری‌های سطح زمین، استحکام سنگ‌ها، نفوذپذیری، پایداری دامنه‌ها در برابر ریزش و جنس مصالح به کار رفته در سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد. مورفولوژی (شکل شناسی) و پستی و بلندی‌های محل احداث سازه، در پایداری آن تأثیر قابل توجهی دارد.



• شکل روپه‌رو، دره V شکل است؛ با توجه به مورفولوژی منطقه، آیا احداث پل بر روی آن را مناسب می‌دانید؟

پیشتر

پسندیشید

یکی از عوامل مهم در مکان یابی ساختگاه سازه‌ها، مقاومت زمین پی آنها در برابر نیروهای وارده است. به عنوان مثال، در پشت یک سد، فشار زیادی از طرف آب به لایه‌های زیرین، تکیه‌گاه و همچنین بدنه سد، وارد می‌شود. سد نیز، وزن زیادی دارد که گاه به چندین میلیون تن می‌رسد. بنابراین، سنگ‌های پی سد، باید در برابر تنش‌های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشوند.

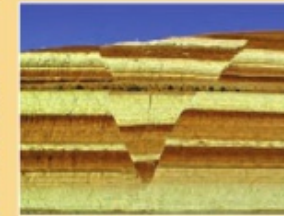
تنش

هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که تنش نامیده می‌شود. تنش‌های وارده بر یک سنگ یا خاک، ممکن است به صورت کششی، فشاری یا برشی یا ترکیبی از آنها باشند. تنش‌های وارده بر سنگ‌ها و خاک‌ها، باعث تغییر شکل آنها می‌شود.

$$\text{تنش} = \frac{F \text{ نیرو (N)}}{A \text{ سطح (m}^2\text{)}}$$



چین خوردگی



گسل (بزرگراه زمین - طبانه)



آتشفشان

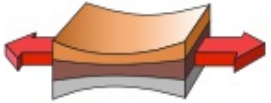
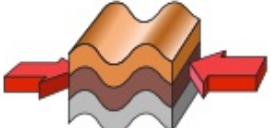

برای بررسی عوامل ایجاد کننده تغییرات بزرگ در سطح زمین، لازم است نظریه زمین ساخت ورقه‌ای را بشناسیم و نشانه‌های پویایی سیاره زمین مانند تشکیل زمین لرزه‌ها، آتشفشان‌ها، چین خوردگی و شکستگی‌ها را به کمک آن تفسیر کنیم. در سال‌های قبل با مفاهیم اولیه‌ای از سنگ کره، ساز و کار حرکت ورقه‌ها و نظریه زمین ساخت ورقه‌ای آشنا شدید. نظریه‌ای که برای نخستین بار دید جامعی درباره فعالیت‌های درونی زمین به دانشمندان داد. این نظریه چنان جامع است که بیشتر فرایندهای زمین شناسی را به کمک آن می‌توان درک کرد.

می‌دانیم که ورقه‌های سنگ کره، به دو نوع قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم می‌شوند. البته گاهی ممکن است بخشی از یک ورقه، جنس قاره‌ای و در بخش دیگر از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه هند) و یا در همه جا از آب پوشیده شده و از جنس اقیانوسی باشد (مانند ورقه اقیانوس آرام). سنگ کره قاره‌ای، نسبت به سنگ کره اقیانوسی ضخامت بیشتر و چگالی کمتری دارد. از طرفی سن ورقه‌های قاره‌ای زیاد و حدود ۳/۸ میلیارد سال بوده، در حالی که سنگ‌های بستر اقیانوس‌ها حداکثر ۲۰۰ میلیون سال قدمت دارند.

چرخه ویلسون

ویلسون در سال ۱۹۶۸ میلادی چرخه‌ای را برای تکامل اقیانوس‌ها پیشنهاد نمود که به نام خود او معروف گردید. این چرخه با ایجاد گسستگی در پوسته به صورت شکاف قاره‌ای (ریفت) شروع و با فرایند بازشدگی و ایجاد یک حوضه اقیانوسی ادامه پیدا می‌کند. طی این چرخه ابتدا یک ریفت (مثل شرق آفریقا) به اقیانوسی کم‌عرض همانند دریای سرخ و سپس به اقیانوسی با عرض نسبتاً زیاد همانند اطلس تبدیل می‌شود. با گذشت زمان و ادامه گسترش، بستر اقیانوس مجبور به فرونشانی در طرفین می‌گردد (اقیانوس آرام). سپس این اقیانوس وسیع، تبدیل به اقیانوس کوچکی که در حال بسته شدن است، می‌گردد (همانند مدیترانه). سرانجام قاره‌های دوطرف آن به هم برخورد نموده و در نتیجه این برخورد کمربندهای کوه‌زایی شکل می‌گیرد (شکل ۱-۳).

جدول ۱-۴- انواع تنش

نوع تنش	اثر بر روی سنگ	تغییر شکل
کششی	گسستگی سنگ	
فشاری	مترکم شدن سنگ	
برشی	بریدن سنگ	

مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند. هر چه مقاومت سنگ، در مقابل این تنش‌ها، کمتر باشد، سنگ ناپایدارتر است و سطوح شکست بیشتری در آن ایجاد می‌شود. از این رو، شکستگی سنگ‌ها و ایجاد درزه‌ها، باعث ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه‌ها می‌شوند. در مطالعات آغازین یک پروژه، به منظور نمونه برداری از خاک یا سنگ پی سازه، گمانه‌ها یا چال‌های باریک و عمیقی در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌شود. نمونه‌های سنگ یا خاک برداشت شده، به آزمایشگاه‌های تخصصی ارسال می‌شود و مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش‌های وارده را مورد بررسی قرار می‌دهند (شکل ۱-۴).



پ) سر سته حفاری

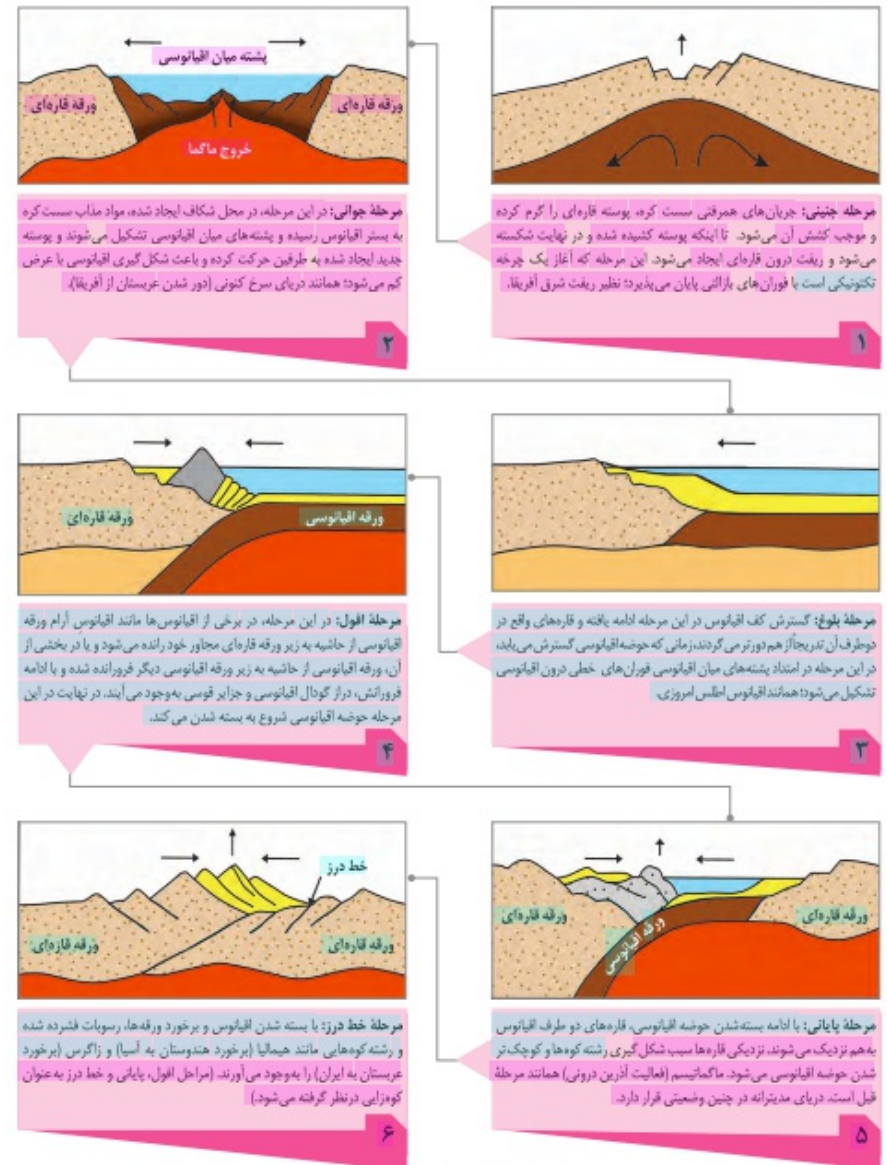


ب) دستگاه حفاری گمانه



الف) مغزه‌گیری با گمانه‌های اکتشافی

شکل ۱-۴



شکل ۱-۴- مراحل چرخه ویلسون

رفتار مواد در برابر تنش

مواد جامد بر اثر تنش، تغییر شکل می‌دهند. مقدار و نوع تغییر شکل ایجاد شده، به رفتار آنها در برابر تنش بستگی دارد (شکل ۴-۲).



ب) شکنده



ب) خمیرسان



الف) کش‌سان

شکل ۴-۲

برخی از اجسام، مانند سنگ‌ها از خود رفتار کش‌سان (الاستیک) نشان می‌دهند. بدین معنی که با اعمال تنش، سنگ‌ها دچار تغییر شکل می‌شوند و با رفع تنش، به حالت اولیه خود بازمی‌گردند. اما، اگر تنش ناگهانی و از حد مقاومت سنگ بیشتر شود، سنگ دچار شکستگی می‌شود و درزه‌ها و گسل‌ها را به وجود می‌آورد. برخی از سنگ‌ها از خود رفتار خمیرسان (پلاستیک) نشان می‌دهند یعنی، پس از رفع تنش، سنگ‌های تغییر شکل یافته، به طور کامل به حالت اولیه خود بر نمی‌گردند.



ب) رفتار شکنده سنگ‌ها



الف) رفتار پلاستیک سنگ‌ها

شکل ۴-۲ انواع رفتار سنگ‌ها در برابر تنش

مقاومت انواع سنگ‌ها در برابر تنش وارده، متفاوت است. سنگ‌های آذرین، می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌ها باشند؛ مانند پی سنگ سد امیرکبیر که از جنس سنگ گابرو است. بعضی از سنگ‌های دگرگونی، مانند کوارتزیت و هورنفلس که مقاومت بیشتری دارند، می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای سازه‌های سنگین باشند و برخی دیگر از آنها مانند شیست‌ها که سست و ضعیف هستند، برای پی سازه‌ها مناسب نیستند. برخی از سنگ‌های رسوبی، مانند ماسه سنگ‌ها، استحکام لازم برای ساخت سازه را ندارند اما، سنگ‌های تیخیری مانند سنگ گچ،ژیپس نمک (به دلیل انحلال پذیری) و شیل‌ها (به دلیل تورق و سست بودن) در برابر تنش مقاوم نیستند.

نفوذپذیری

یکی دیگر از عوامل مؤثر در مکان‌یابی سازه‌ها، نفوذپذیری خاک و سنگ است. سنگ‌های کربناتی، به سنگ‌های رسوبی گفته می‌شود که بیش از ۵۰ درصد آنها کانی‌های کربناتی (کلسیت و دولومیت) باشد. این سنگ‌ها، اغلب درزه‌دار هستند. با گذشت زمان و در جریان آب‌های نفوذی، بخش‌هایی از این سنگ‌ها در آب حل و در آن حفره‌هایی تشکیل می‌دهند. پیشرفت عمل انحلال، ممکن است منجر به تشکیل حفره‌های انحلالی بزرگ در این سنگ‌ها و ایجاد غارها شود (شکل ۴-۴).

پاسخ دهید

- علت حرکت ورقه‌های سنگ کره چیست؟
- پیامدهای حاصل از حرکت ورقه‌ها را ذکر کنید.
- علت فرورانش ورقه اقیانوسی و عامل باز و بسته شدن اقیانوس‌ها چیست؟
- چرا با وجود گسترش بستر اقیانوس‌ها، وسعت سطح زمین افزایش نمی‌یابد؟
- نتیجه فرورانش ورقه اقیانوسی - قاره‌ای و اقیانوسی - اقیانوسی چیست؟

تنش

نیروهای مختلفی که عموماً در نتیجه حرکت و جابه‌جایی ورقه‌های سنگ کره به وجود می‌آیند، مجموعه سنگی یک ناحیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این نیروها باعث افزایش تنش در سنگ می‌شوند. هرگاه سنگ، تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می‌شود که تنش نامیده می‌شود. تنش‌های وارده بر یک سنگ یا خاک، ممکن است به صورت کششی، فشاری یا برشی یا ترکیبی از آنها باشند. تنش‌های وارده بر سنگ‌ها و خاک‌ها، باعث تغییر شکل آنها می‌شود.

$$\text{تنش} = \frac{\text{نیرو (N)}}{\text{سطح (m}^2\text{)}}$$

مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ می‌تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند.

مقدار و نوع تغییر شکل ایجاد شده بر اثر تنش، به رفتار آنها در برابر تنش بستگی دارد. برخی از اجسام، مانند سنگ‌ها از خود رفتار کشسان (الاستیک) نشان می‌دهند. بدین معنی که با اعمال تنش، سنگ‌ها دچار تغییر شکل می‌شوند و با رفع تنش، به حالت اولیه خود بازمی‌گردند. برخی از سنگ‌ها از خود رفتار خمیرسان (پلاستیک) نشان می‌دهند، یعنی پس از رفع تنش، سنگ‌های تغییر شکل یافته، به حالت اولیه خود بر نمی‌گردند. اما، اگر تنش ناگهانی و از حد مقاومت سنگ بیشتر شود، سنگ دچار شکستگی می‌شود (شکل ۴-۲). مطالعه شکستگی‌ها در هنگام ساخت جاده‌ها، سدها، تونل‌ها و سایر سازه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. افزون بر آن، در تجمع آب‌های زیرزمینی و ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانستگ‌های گرمایی حائز اهمیت می‌باشد.



ب) رفتار شکنده سنگ‌ها



الف) رفتار پلاستیک سنگ‌ها

شکل ۴-۲ انواع رفتار سنگ‌ها در برابر تنش

در کتاب علوم تجربی آموختید که شکستگی‌ها، به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. اگر سنگ‌های دو طرف شکستگی، نسبت به هم جابه‌جا شده باشند، گسل را به وجود می‌آورند و اگر جابه‌جا نشده باشند، درزه به وجود می‌آید. سطحی که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده است، سطح گسل نام دارد. سطح گسل ممکن است قائم، مایل و یا افقی باشد. اگر سطح گسل مایل باشد به طبقات روی سطح گسل، فرادیواره و به طبقات زیر سطح گسل، فرودیواره می‌گویند. زاویه‌ای که صفحه گسل با سطح افق می‌سازد، شیب سطح گسل نامیده می‌شود (شکل ۴-۳).



ب) تشکیل حفره‌های انحلالی



الف) کارستی شدن

شکل ۴-۴

سنگ آهک ضخیم لایه که فاقد حفرات انحلالی باشد، یی و تکیه‌گاه خوبی برای احداث سازه می‌باشد اما، در صورتی که سنگ آهک، دارای حفرات انحلالی باشد، می‌تواند مشکلات جدی از قبیل فرار آب یا نشست زمین را به همراه داشته باشد. انحلال‌پذیری سنگ‌های تیخیری (سنگ گچ و سنگ نمک)، بیش از سنگ‌های آهکی است. بنابراین حفره‌ها و غارهای انحلالی در این سنگ‌ها، سریع‌تر از دیگر سنگ‌ها ایجاد می‌شود. اگر سد بر روی لایه‌هایی از سنگ گچ احداث شود، ممکن است پس از چند سال، حفرات انحلالی در سنگ، ایجاد و باعث فرار آب از مخزن سد و همچنین ناپایداری بدنه سد شود.

مکان مناسب برای ساخت سد

سد، سازه‌ای است که به منظور ذخیره آب، مهار سیلاب، تأمین آب شرب و کشاورزی و همچنین تولید نیروی الکتریسیته احداث می‌شود. بعضی از سدها چند منظوره‌اند، یعنی به‌طور هم‌زمان چند هدف را تأمین می‌کنند.

سدها، از نظر نوع مصالح ساختمانی به کار رفته، به دو دسته خاکی و بتنی تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین عامل در تعیین نوع سد و محل احداث آن، شرایط زمین‌شناسی منطقه و مصالح مورد نیاز است. در مطالعات زمین‌شناسی سد، وضعیت مخزن، تکیه‌گاه‌ها و پی سد (شکل ۴-۵) از نظر پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای آنکه فرار آب از مخزن سد صورت نگیرد باید دیواره‌ها و کف مخزن نفوذناپذیر باشند یا از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند.



شکل ۴-۵- نمایی از بخش‌های مختلف یک سد

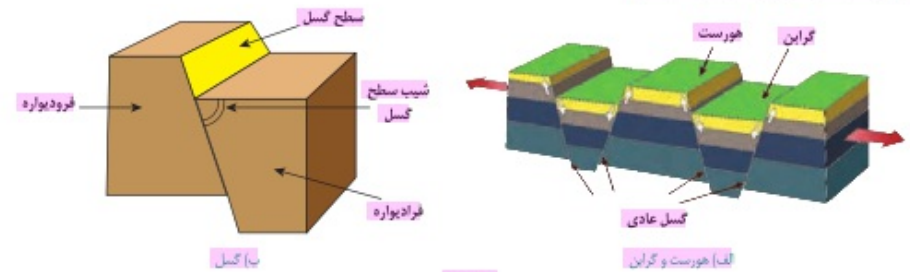


• در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد زیر پاسخ دهید:

- ۱- هدف از احداث سد
- ۲- نوع سد
- ۳- جنس سنگ پی سد

جمع‌آوری اطلاعات

به خاطر حرکت رو به بالای فرادیواره در گسل‌های معکوس، لایه‌های قدیمی‌تر تختانی به سمت بالا رانده می‌شود، از این رو فرادیواره نسبت به فرودیواره قدیمی‌تر می‌باشد. این وضعیت در گسل‌های غادی برعکس بوده و فرادیواره جوان‌تر از فرودیواره است. در بخش‌هایی از پوسته زمین که تحت تنش‌های کششی قرار دارند، ممکن است تعدادی گسل غادی موازی هم ایجاد شود و به این ترتیب بخش‌هایی از پوسته پایین بیفتند و ساختی به نام گراین (پایین افتادگی) را بسازد و بخش‌هایی بالاتر رود و ساختی به نام هورست (بالا راندگی) را بسازد (شکل ۴-۳).



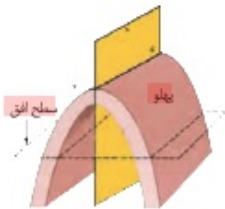
شکل ۴-۳

جدول ۴-۱- تقسیم‌بندی گسل‌ها بر اساس لغزش (نحوه حرکت)

نوع گسل	ویژگی	نوع تنش	شکل
غادی	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.	کششی	
معکوس	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.	گسستگی سنگ	
امتداد لغز	۱- لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل است. ۲- حرکت قطعات شکسته شده، در امتداد افقی است.	فشاری	
		مترام شدن سنگ	
		بریدن سنگ	

موقعیت لایه

موقعیت هر یک از لایه‌های چین خورده به وسیله امتداد و شیب مشخص می‌شود (شکل ۴-۷).
امتداد لایه: فصل مشترک یک صفحه افقی با سطح هر لایه را امتداد آن لایه گویند و آن را با زاویه‌ای که نسبت به شمال یا جنوب می‌سازد مشخص می‌کنند.



شکل ۴-۶. مشخصات چین

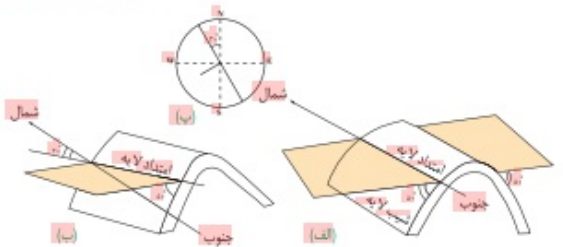
شیب لایه: زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افقی می‌سازد. شیب لایه بین صفر (لایه‌های افقی) تا ۹۰ درجه (لایه‌های قائم) تغییر می‌کند.

بیشتر بدانید

• سدکرت (کوریت) یک سد تاریخی است که در شهرستان طبرس و در ۵۶ کیلومتر جاده طبرس-دیهوک واقع شده است. این سد که در سال ۷۲۹ شمسی احداث شده، با ارتفاع ۶۰ متر، تا اوایل قرن بیستم، بلندترین سد جهان بوده است.

این سد، بزرگ‌ترین سد قوسی جهان به مدت ۵۵۰ سال بوده است. نکته جالب‌تر آنکه این سد با عرض تاج یک متر، هنوز هم عنوان نازک‌ترین سد جهان را دارد.

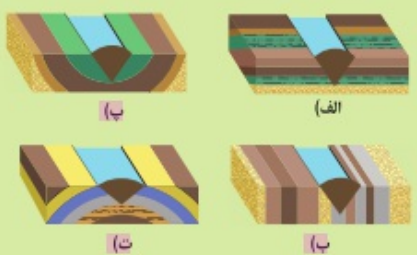
آجرهای مربعی شکل، سنگ و ساروج، آهک و خاک رس، از عمده‌ترین مصالح به کار رفته در ساخت سد است.



شکل ۴-۷. (الف) امتداد لایه‌های این چین شمالی-جنوبی است و شیب لایه در پهلو غربی آن ۵۰° به سمت غرب و در پهلو شرقی ۵۰° به سمت شرق است. (ب) امتداد لایه در پهلو غربی این چین ۳۰° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N30W. شیب لایه ۵۰° به سمت جنوب غرب است 50SW بنابراین موقعیت این لایه را به‌طور کلی به‌صورت 50SW و N30W نشان می‌دهند. (ب) علامت قراردادی برای نشان دادن امتداد و شیب یک لایه.

یا هم

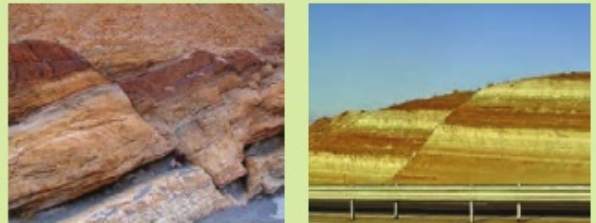
• شرایط مختلفی از وضعیت شیب و امتداد لایه‌های سنگی و موقعیت انتخابی برای ساختگاه سد، در شکل زیر نمایش داده شده است. با در نظر گرفتن قرار آب و پایداری بدنه سد، حالت مطلوب و حالت نامطلوب را برای احداث سد مشخص کنید.



• قرار گرفتن سنگ‌های تخیری مانند لایه‌های نمک در محدوده دریاچه سدها، معمولاً باعث تغییر نامطلوب کیفیت آب مخزن می‌شود. در سال‌های اخیر، وجود لایه‌های گچی و نمکی در محدوده مخزن چند سد، باعث مشکلاتی در کیفیت آب مخزن آنها شده است.

فکر کنید

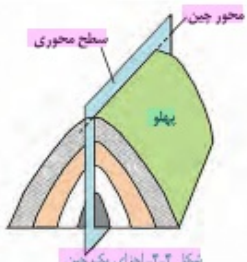
• نوع گسل را مشخص کنید.



(ب) (الف)

چین خوردگی

چین‌ها بر اثر رفتارهای خمیری در سنگ‌ها تشکیل می‌شوند و از چند سانتی‌متر تا چندین کیلومتر می‌توانند طول و عرض داشته باشند. رشته کوه‌هایی مانند البرز و زاگرس، حاصل چین خوردگی بخشی از سنگ کره هستند. سطحی فرضی که از تمامی لایه‌های چین بگذرد و حتی المقدور آن را به دو بخش متقارن تقسیم کند را سطح محوری می‌نامند. به هر یک از بخش‌های طرفین سطح محوری، پهلو یا بال چین می‌گویند. فصل مشترک سطح محوری با سطح لایه را محور چین می‌نامند. چین‌ها، به شکل‌های تک‌شیب، تاقدیس و ناودیس دیده می‌شوند. در صورتی که لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند، تاقدیس تشکیل می‌شود و چنانچه لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی‌تر در حاشیه چین قرار گیرند، ناودیس به وجود می‌آید.



شکل ۴-۴. اجزای یک چین



(ب) تاقدیس حوالی سرلوان - سیستان و بلوچستان



(الف) ناودیس دهدشت - کهگیلویه و بویراحمد

شکل ۴-۵. انواع چین

جمع آوری اطلاعات

- در مورد علت فرار آب از مخزن سد لار اطلاعات جمع آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

رسوباتی که از طریق رودها به مخزن سدها حمل می شوند، به تدریج از ظرفیت مخزن می کاهند. بعضی از سدهای کشور، بر اثر انباشته شدن از رسوبات، بخش قابل توجهی از کارایی خود را از دست داده اند. برای رفع این مشکل، در فواصل زمانی لازم عمل لایروبی صورت می گیرد.

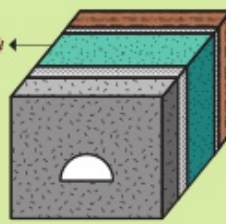
مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی

برخی از فعالیت های عمرانی و معدنی در زیر زمین صورت می گیرد. این فعالیت ها، نیاز به فضای زیرزمینی دارد. حفاری های زیرزمینی به صورت تونل و مغار است. تونل ها، به منظور حمل و نقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب یا استخراج مواد معدنی مورد استفاده قرار می گیرند. مغارها، فضاهای زیرزمینی بزرگ تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه ها، ایستگاه های مترو، ذخیره نفت و یا موارد دیگر استفاده می شوند.

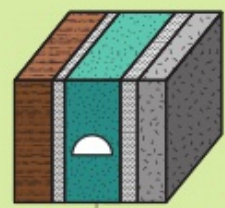
این گونه سازه ها، باید در زمین هایی با مقاومت کافی احداث شوند. بنابراین زمین شناس، باید مطالعات خود را بر شناسایی مناطقی با کمترین خردشدگی، هوازدگی یا نشست آب، متمرکز کند.

یا هم ببینید

- با توجه به شکل های زیر، احداث تونل در کدام مناسب تر است؟ دلیل خود را بیان کنید.



ب) محور تونل عمود بر لایه بندی



الف) محور تونل موازی با لایه بندی

کاوش کنید

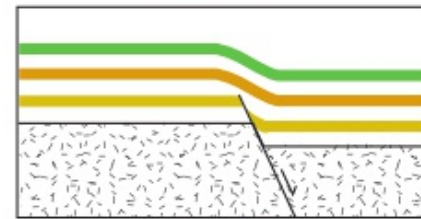
- دلیل ناپایداری تونل در زیر سطح آبنمایی را بررسی کنید.

وجود آب های زیرزمینی، بر ایمنی و پایداری سازه های سطحی مانند سدها و سازه های زیرزمینی مانند تونل ها در زمان ساخت و بهره برداری مؤثرند. جریان و فشار آب زیرزمینی، از عوامل مهم ناپایداری تونل ها و فضاهای زیرزمینی است. بخش بزرگی از مشکلات و خسارت ها در پروژه های

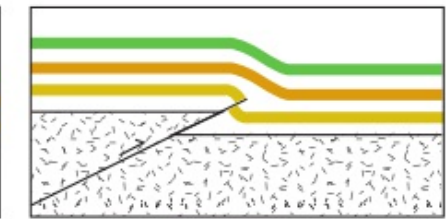


شکل ۳-۶- چین تک شیب

اگر قسمتی از لایه های رسوبی در نتیجه فعالیت گسل عادی یا معکوس از حالت افقی خارج شوند و پایین تر یا بالاتر از سطح اصلی قرار گیرند آن را چین تک شیب می نامند (شکل ۳-۷).



ب) گسل عادی



الف) گسل معکوس

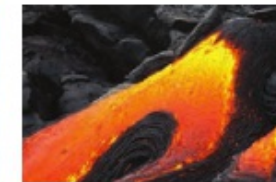
شکل ۳-۷- مراحل تشکیل چین تک شیب (الف) توسط گسل معکوس و ب) توسط گسل عادی

آتشفشان

امروزه فعالیت های آتشفشانی زیادی در تمام نقاط کره زمین، داخل خشکی ها، در بستر اقیانوس ها، دریاها و دریاچه های بزرگ صورت می گیرد. مواد خارج شده از آتشفشان ها، به صورت جامد (تفرا)، مایع (لاوا یا گدازه) گاز و بخارهای آتشفشانی (فومرول) است.



ب) آتشفشان نیمه فعال یا فعالیت فومرولی



ب) گدازه



الف) خاکستر آتشفشانی

شکل ۳-۸- انواع مواد خروجی از دهانه آتشفشان ها

تفرا: در برخی از آتشفشان ها که ماده مذاب به خاطر داشتن سیلیس فراوان، دارای گرارتروی زیاد می باشد، فشار حاصل از تراکم گازها می تواند سبب انفجار شود. به مواد آتشفشانی جامد که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت آتشفشان به هوا پرتاب می شوند، تفرا می گویند.

عمرائی و معدنی، ناشی از برخورد با آب‌های زیرزمینی بوده است، در برخی موارد، پروژه‌هایی به علت این مشکلات، تکمیل نشده و متوقف شده‌اند. بنابراین، برآورد میزان و کنترل جریان آب زیرزمینی در تونل‌ها، ترانشه‌ها (شکل ۴-۸ الف) و زمین زیر سازه و حتی درون سازه‌هایی مانند سدها، بسیار مهم است. به‌طور کلی، تونل‌هایی که در بالای سطح ایستایی قرار می‌گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند. در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشست آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می‌شود (شکل ۴-۸ ب).



ب) پوشش داخلی تونل به وسیله قطعات بتن



الف) ترانشه

شکل ۴-۸

مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی

همیشه سازه‌ها بر روی خشکی بنا نمی‌شوند. کشور ما از جنوب و شمال به دریا منتهی می‌شود. از سوی دیگر، بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از بستر دریا استخراج می‌شوند. سازه‌های دریایی، مانند اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها، در سواحل دریا یا در دریا احداث می‌شوند (شکل ۴-۹). در شمال و جنوب ایران، سازه‌های دریایی فراوانی احداث شده‌اند. در مکان‌هایی این سازه‌ها مانند سازه‌های خشکی، باید مطالعات زمین‌شناسی به‌طور ویژه مورد توجه قرار گیرد. افزون بر آن، توجه به جریان‌های دریایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا نیز ضروری می‌باشد.



ب) پل دریایی در ژاپن



الف) پایانه نفتی خارک

شکل ۴-۹

آ- ترانشه (زرف ناوه) به فرورفتگی مصنوعی در سطح زمین گفته می‌شود که زرفای آن از پهنایش بیشتر (طول و عمیق) است. برای اهدافی مانند انتقال آب، جاده‌سازی، قرار دادن لوله‌های نفت و... احداث می‌شود.

با نشستن تفرهاها بر سطح زمین و به‌هم چسبیدن و سخت‌شدنشان، گروهی از سنگ‌ها، به نام سنگ‌های آذرآوری تشکیل می‌شوند. در صورتی که خاکستر آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم‌عمق ته‌نشین شوند، توف آتشفشانی به‌وجود می‌آید. به‌عنوان مثال می‌توان توف‌های سبز البرز را نام برد.

جدول ۴-۲- اندازه ذرات جامد آتشفشان

نام ذرات	اندازه ذرات (میلی‌متر)	شکل ذرات
خاکستر	کوچک‌تر از ۲	
لاپیلی	بین ۲ تا ۳۲	
بلوک (زوبه‌دار) و بوم (دوکی شکل)	بزرگ‌تر از ۳۲	

گدازه: گدازه‌ها، مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج شده و به سطح زمین می‌رسند. گدازه‌ها ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند. مقدار SiO_2 تاحد زیادی تعیین‌کننده گرانیروی گدازه خارج شده از دهانه آتشفشان است. هرچه گدازه روان‌تر (سیلیس کمتر) باشد، مخروط آتشفشان، شیب و ارتفاع کمتری دارد.

گاز و بخارهای آتشفشانی

مواد مذاب درون زمین، حاوی مقداری گاز و بخار آب می‌باشد. ترکیب شیمیایی گازهای خروجی از آتشفشان، بسیار متفاوت است. بیشتر گازهای آتشفشانی را بخار آب، گازهای کربن دی‌اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن دار، کلردار و کربن مونو اکسید تشکیل می‌دهند. پس از فعالیت یک آتشفشان، خروج گاز (مرحله فومرولی) ممکن است سال‌ها و حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد. در حال حاضر آتشفشان‌های دماوند و تفتان، در مرحله فومرولی به سر می‌برند و از دهانه آنها بخار آب، گاز گوگرد و سایر گازها خارج می‌شوند.

فواید آتشفشان ها

مطالعه درون زمین: هر آتشفشان به منزله پنجره‌ای به درون زمین است که از طریق آن اطلاعاتی در مورد پوسته و گوشته بالایی به دست می آید.

تشکیل هواکره: در گذشته همراه با سردشدن زمین، بخش زیادی از گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان ها، از شکستگی ها و منافذ سنگ ها خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هواکره فراهم گردید.

تشکیل آب کره: بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان ها، با یکدیگر ترکیب شده و آب را به وجود آورده اند. آب، فرورفتگی های سطح زمین را پر کرده و باعث ایجاد اقیانوس ها، دریاها و دریاچه ها شده است.

تشکیل خاک: خاکستر و گدازه آتشفشانی از دهانه آتشفشان خارج می شود و خاک حاصلخیزی را به وجود می آورد. برخی از مزارع قهوه مانند جزیره جاوه در اندونزی در خاک های حاصلخیزی که از خاکسترهای آتشفشانی تشکیل شده کشت می شوند.

تشکیل پوسته جدید اقیانوسی: خروج آرام مواد مذاب که معمولاً از جنس بازالت بوده، از محور میانی رشته کوه های میان اقیانوسی، سبب تشکیل پوسته جدید اقیانوسی می شود.

تشکیل رگه های معدنی: فعالیت آتشفشانی منجر به تشکیل برخی رگه های معدنی مانند طلا، نقره و مس می شود.

تشکیل چشمه های آب گرم: اطراف آتشفشان ها، مناطق مناسبی برای تشکیل چشمه های آب گرم معدنی می باشند. آب هایی که درون پوسته هستند گرم شده و از طریق شکستگی های سطح زمین، به صورت چشمه های آب گرم در سطح زمین ظاهر می شوند. آب این چشمه ها از نظر بهداشتی برای درمان بیماری های پوستی و آرامش عضلانی مفید است و با جذب گردشگران، سبب رونق اقتصاد محلی می شود.

انرژی زمین گرمایی: در مناطق آتشفشانی، از گرمای درون زمین به عنوان انرژی زمین گرمایی استفاده می شود. کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین گرمایی تأمین می کند. اولین نیروگاه زمین گرمایی خاورمیانه نیز در نزدیکی آتشفشان سیلان در استان اردبیل تأسیس شده است.

دیگر فواید: آتشفشان ها، افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه های سنگ کره می شوند. از انواع سنگ های آتشفشانی در نمای ساختمان ها و مصالح ساختمانی استفاده می شود.



شکل ۳-۹. نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر - اردبیل

زمین لرزه

زمین لرزه، نشانه آشکاری از پویایی زمین و بخشی از نظام آفرینش این سیاره است. در هر زمین لرزه، مقدار انرژی انباشته شده در سنگ ها، به طور ناگهانی آزاد می شود و به صورت امواج لرزه ای به اطراف حرکت می کند. نگاهی به نقشه پراکندگی زمین لرزه ها نشان می دهد که توزیع آنها، در همه جا یکسان نیست. علت اصلی زمین لرزه، حرکت ورقه های سنگ کره است. بیشتر زمین لرزه های دنیا در حاشیه ورقه های سنگ کره رخ می دهند. در این مناطق نیروهایی که در نتیجه حرکت ورقه های سنگ کره به وجود می آیند، مجموعه سنگی یک ناحیه را تحت تأثیر قرار می دهند. سنگ های سازنده سنگ کره در مقابل نیروی وارده، رفتار الاستیک از خود نشان می دهند. چنانچه تنش از مقاومت سنگ فراتر رود، سنگ ها دچار شکستگی شده و انرژی زمین لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه ای، آزاد می شود. همه زمین لرزه ها بر اثر شکستن سنگ ایجاد نمی شوند بلکه تعدادی از آنها در محل شکستگی های قدیمی اتفاق می افتند. هر زمین لرزه، از گروه لرزه ها صحبت می شود که شامل پیش لرزه، لرزه اصلی و پس لرزه است. مدت زمان وقوع زمین لرزه از چند ثانیه تا یکی دو دقیقه می باشد.

بیشتر بدانید

• **تونل/کانال مانس** با بیش از ۵ کیلومتر طول که بندر پادوکاله فرانسه را به شهرک فوکستون انگلستان متصل می کند، در زیر بستر دریا حفر شده است.

این تونل ۴۰ متر پایین تر از کف دریا (بیش از ۱۰۰ متر پایین تر از سطح تراز دریا) ساخته شده است. ساخت این تونل زیرآبی، مدت زمان مسافرت از پاریس به لندن را کاهش داده است.

تونل مانس که به آن تونل کانال نیز گفته می شود، انگلستان را از طریق خشکی به دیگر کشورهای اروپایی متصل کرده است. مانس که انجمن مهندسان عمران امریکا آن را یکی از عجایب هفت گانه دنیای مدرن نامیده است، دارای دو خط ریلی و یک تونل جانی برای خودروها است. این پروژه در زمان اجرا، با صرف ۲۲/۵

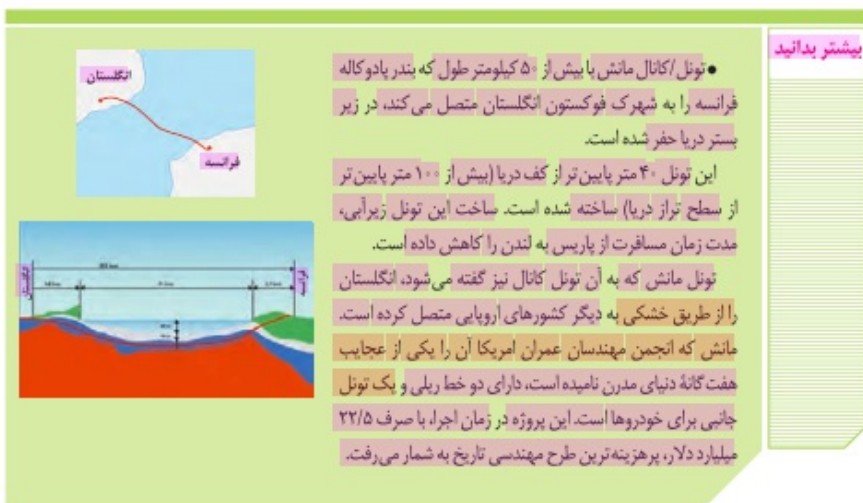
میلیارد دلار، پرهزینه ترین طرح مهندسی تاریخ به شمار می رفت.

پایداری سازه ها

کشور ما، در یکی از کمربندهای لرزه خیز جهان واقع شده است و گسل های فعال در بیشتر مناطق آن وجود دارند. این گسل ها و زمین لرزه های احتمالی می توانند پایداری سازه های مختلف را تهدید کنند. از این رو زمین شناسان، در مطالعات مکان یابی سازه ها با استفاده از عکس های هوایی و ماهواره ای و بازدیدهای صحرائی، این گسل ها را شناسایی می کنند و با استفاده از داده های ثبت شده توسط دستگاه های لرزه نگاری و اطلاعات تاریخی زمین لرزه ها، احتمال فعالیت مجدد گسل ها و وقوع زمین لرزه و تأثیر آن بر سازه ها را مشخص می کنند. این اطلاعات در اختیار مهندسان عمران قرار می گیرد تا طراحی سازه را بر آن اساس انجام دهند. افزون بر این، پایداری محل احداث سازه در برابر **حرکات دامنه ای** از مواردی است که در مطالعات مکان یابی سازه ها، مورد توجه زمین شناسان است.

یکی از خطرانی که سازه ها را در مناطق شیب دار و کوهستانی تهدید می کند، خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه های پرشیب است. هر ساله اختیار زیادی مبنی بر ریزش کوه و مسدود شدن جاده ها و خطوط ریلی مناطق کوهستانی می شویم. امروزه، با اقداماتی مانند ایجاد انواع دیوار حائل، زهکشی برای تخلیه آب اضافی، ایجاد پوشش گیاهی و میخ کوبی، دامنه ها را پایدار می کنند. (شکل ۴-۱۰)

۱- حرکات دامنه ای شامل: ریزش، لغزش، خزش، جریان گلی و ... است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۱۰. پایداری سازه های شیب دار به روش (الف) دیوار حائل، (ب) دیوار حائل گلیونی (تور سنگی)

لغزش و سقوط توده‌های بزرگ سنگ و خاک در دیواره مخزن سدها، تا به حال، باعث خرابی‌های عمده‌ای در سدهای بزرگ جهان شده است.

لغزش توده‌های سنگ و خاک، افزون بر ایجاد امواج خطرناک در مخزن، باعث کاهش ظرفیت و عمر مفید مخزن می‌شود. با انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد و پایدارسازی دیواره‌های مخزن سد، می‌توان از چنین اتفاقاتی جلوگیری کرد.

گفت و گو کنید

- در پایداری دامنه‌ها، پوشش گیاهی، تأثیر مثبت و منفی دارد. در این مورد توضیح دهید.
- یکی از روش‌های پایدارسازی دامنه‌ها و ترائشه‌ها، میخ کوبی است که در شکل زیر نشان داده شده است. در مورد این روش‌ها در کلاس بحث کنید.

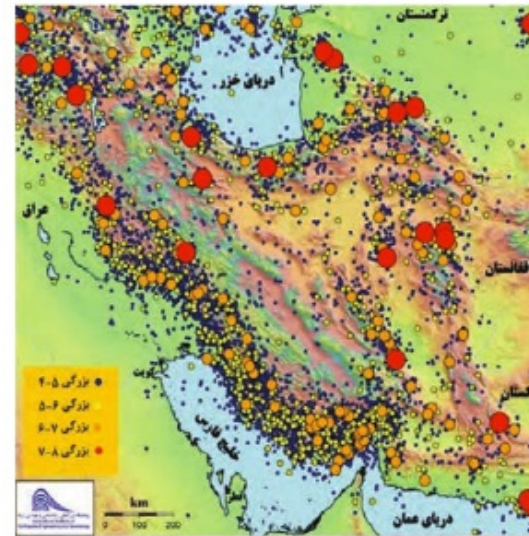


پایدارسازی شیب به روش میخ کوبی

مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها

در احداث سازه‌ها، از مواد سازنده زمین، مانند خاک، شن، ماسه و سنگ استفاده می‌شود. مواد مورد نیاز برای هر سازه، باید دارای مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه‌های مشخصی باشد که توسط آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه‌های مکانیک خاک و سنگ مشخص می‌شوند.

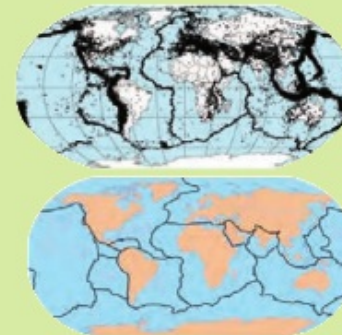
مصالح به کار رفته در سازه‌های مختلف، متفاوت است؛ به عنوان مثال در سدهای بتنی از سیمان، ماسه، شن، میلگرد و در سدهای خاکی از خاک رس، ماسه، شن و قلوه سنگ استفاده می‌شود.



کشور ایران با قرار گرفتن در کمربند لرزه‌خیز آلپ - هیمالیا، تقریباً هر روز شاهد وقوع زمین‌لرزه در مناطق مختلف می‌باشد. بسیاری از مناطق مسکونی ایران، بارها توسط زمین‌لرزه ویران شده‌اند. با نگاهی به شکل ۱۰-۴ می‌بینیم بسیاری از مناطق مسکونی، در معرض خطر زمین‌لرزه قرار دارند.

شکل ۱۰-۴ نقشه پراکندگی زمین‌لرزه‌های ایران با بزرگی بالای ۴ در بازه زمانی ۱۲۰ سال

با هم ببینید



- در پایه نهم با ورقه‌های سنگ کره آشنا شدید.
- با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر روبه‌رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین‌لرزه‌های جهان، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

 - ۱- محدوده کمربند لرزه خیز آلپ - هیمالیا را مشخص کنید.
 - ۲- دو تصویر روبه‌رو را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

کانون زمین‌لرزه^۱ محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود. امواج زمین‌لرزه در صفحه گسل تولید می‌شود ولی برای سهولت مطالعه، خاستگاه امواج زمین‌لرزه را نقطه فرض می‌کنند و آن را کانون می‌نامند. کانون اغلب زمین‌لرزه‌ها در اعماق کمتر از ۷۰ کیلومتر قرار دارد، اما کانون تعدادی از آنها هم در اعماق زیاد واقع است که عمق هیچ یک، از ۷۰۰ کیلومتر بیشتر نبوده است.

^۱ Hypocenter

پاسخ دهید

• به چه دلیل از هسته رسی برای ساخت سدهای خاکی استفاده می‌شود؟



سد خاکی



هسته رسی یک سد خاکی

رفتار خاک‌ها و سنگ‌ها در سازه‌ها

طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها، بر مبنای دانه‌بندی، درجه خمیری بودن و مقدار مواد آلی آنها انجام می‌شود. بر مبنای دانه‌بندی، خاک‌ها به دو دسته ریزدانه و درشت دانه تقسیم می‌شوند. در خاک‌های ریزدانه، مانند رس و لای، اندازه ذرات، کوچک‌تر از 0.075 میلی‌متر و در خاک‌های درشت دانه، مانند ماسه و شن، اندازه ذرات، بزرگ‌تر از 0.075 میلی‌متر است. از خاک‌های دانه ریز و دانه درشت، در بسیاری از سازه‌ها مانند بدنه سدهای خاکی، زیرسازی جاده‌ها و باند فرودگاه‌ها استفاده می‌شود. پایداری خاک‌های ریزدانه، به میزان رطوبت آنها بستگی دارد. هر چقدر رطوبت خاک‌های ریز دانه بیشتر باشد، پایداری آنها کمتر می‌شود. اگر رطوبت در این خاک‌ها، از حدی بیشتر شود، خاک به حالت خمیری در می‌آید و تحت تأثیر وزن خود روان می‌شود. لغزش خاک‌ها در دامنه‌ها و ترانشه‌ها، به‌ویژه در ماه‌های مرطوب سال، ناشی از این پدیده است (شکل ۱۱-۴).

پاسخ دهید

• در حرکات دامنه‌ای، تفاوت زمین لغزش با ریزش چیست؟

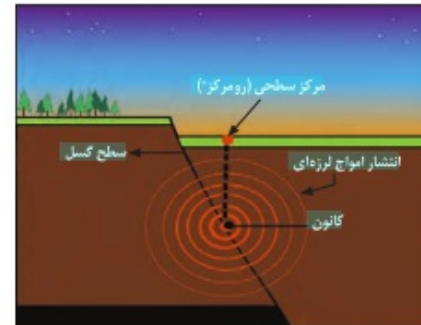


شکل ۱۱-۴ زمین لغزش در یک جاده

جمع‌آوری اطلاعات

• یک کلوخ را روی سطح صافی قرار دهید و به تدریج روی آن آب بریزید و رطوبت آن را به تدریج افزایش دهید. تغییر شکل آن را در مراحل مختلف مشاهده کنید و اطلاعات خود را در کلاس ارائه دهید.

مرکز سطحی زمین لرزه: نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد.



شکل ۱۱-۳ مشخصات محل وقوع زمین لرزه

گفت‌وگو کنید

• کدام یک از فعالیت‌های انسانی زیر می‌تواند باعث وقوع زمین لرزه شود؟
انفجار معدن - تخلیه ناگهانی آب پشت سد - شخم زدن زمین - انفجارهای اتمی - آتش سوزی جنگل‌ها

فکر کنید

• عمق کانون چه تأثیری بر روی میزان خسارت و خرابی زمین لرزه دارد؟

امواج لرزه‌ای

موج‌های مکانیکی (امواج زمین لرزه) برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند و با افزایش چگالی محیط، سرعت آنها افزایش می‌یابد؛ سرعت امواج در محیط‌های مختلف، متفاوت است؛ هر چه تراکم سنگ‌ها بیشتر باشد، امواج سریع‌تر حرکت می‌کنند. بدین ترتیب می‌توان میزان تراکم مواد درونی زمین را هم تعیین نمود.

جمع‌آوری اطلاعات

• اگر در یک محیط کشسان، ارتعاشی به‌وجود آید که باعث به‌وجود آمدن ارتعاش‌های بی‌دریی شود، یک موج مکانیکی همانند امواج زمین لرزه ایجاد می‌گردد. به برآمدگی‌های موج، قله و به فرورفتگی‌های آن، قعر موج گفته می‌شود. نصف فاصله قله تا قعر، دامنه موج (A) نامیده می‌شود. در مورد دامنه موج (A) در امواج لرزه‌ای و اهمیت آن در لرزه نگاشت‌ها مطالبی جمع‌آوری کنید.

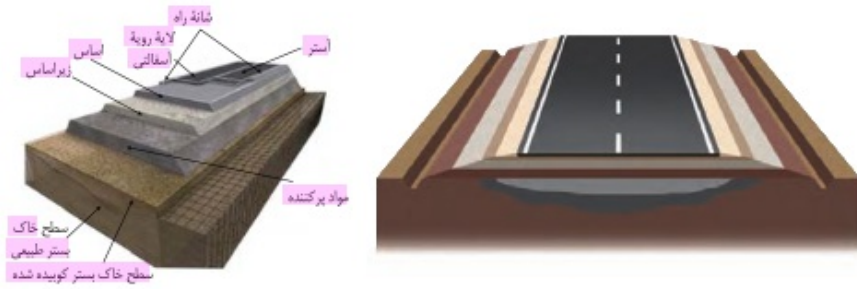


• مصوب فرهنگستان

۸. Epicenter

کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه سازی

سطح طبیعی زمین، برای رفت و آمد وسایل نقلیه مناسب نیست زیرا، در مقابل عوامل جوی مانند بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاومت کافی ندارد، به همین دلیل برای احداث جاده از مصالح خاک در بخش زیرسازی و روسازی استفاده می شود که هر کدام از دو بخش تشکیل شده است. زیرسازی از دو بخش زیر اساس و اساس و روسازی از دو بخش آستر و رویه تشکیل می شود (شکل ۴-۱۲).



ب) بخش زیر اساس و اساس

الف) لایه های مختلف راه بر روی بستر طبیعی

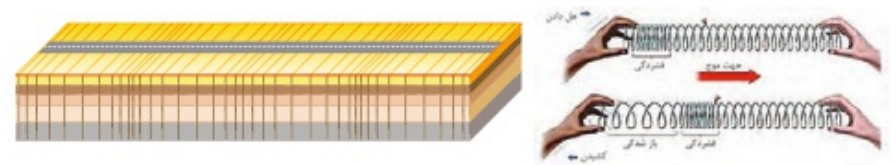
شکل ۴-۱۲

در بخش زیر اساس که به عنوان لایه زهکش عمل می کند، از مخلوط شن و ماسه یا سنگ شکسته استفاده می شود. لایه های آستر و رویه که بایستی مقاوم باشند، از جنس آسفالت می باشند که مخلوطی از شن، ماسه و قیر است. یکی از کاربردهای مصالح خرده سنگی، در زیر سازی و تکیه گاه ریل های راه آهن است. این قطعات سنگی یا **بالاست**، علاوه بر نگهداری ریل ها و توزیع بار چرخ ها، عمل زهکشی را نیز به عهده دارند. بالاست مورد نیاز خطوط راه آهن، معمولاً از خرد کردن سنگی که از معدن استخراج می شود، به دست می آید (شکل ۴-۱۳).



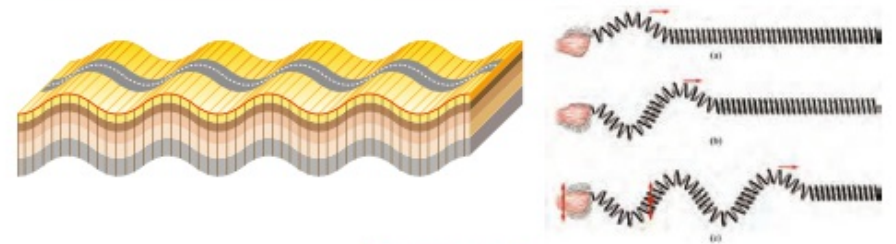
شکل ۴-۱۳. بالاست در زیرسازی جاده ریلی

امواج زمین لرزه را با توجه به اینکه در داخل یا سطح زمین عبور کنند به دو دسته امواج درونی و امواج سطحی تقسیم بندی می کنند. **امواج درونی:** این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد می شوند و در داخل زمین منتشر شده و شامل امواج P و S می باشند. **موج P (اولیه، طولی):** موج P، بیشترین سرعت را دارد به همین دلیل، اولین موجی است که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می شود. این موج، از محیط های جامد، مایع و گاز می گذرد.



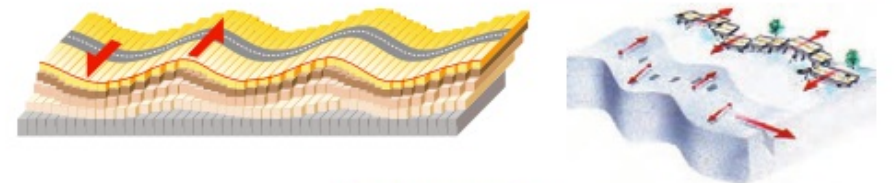
شکل ۴-۱۲. نحوه حرکت موج طولی P

موج S (ثانویه، عرضی): این موج بعد از موج P، توسط لرزه نگارها ثبت می شود و فقط از محیط های جامد عبور می کند.



شکل ۴-۱۲. نحوه حرکت موج S

امواج سطحی: این امواج در کانون تولید نمی شوند؛ بلکه از برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه ها و سطح زمین ایجاد می شوند. این امواج بیشترین خسارت را در نزدیکی محل وقوع زمین لرزه باعث می شوند. متداول ترین آنها امواج لا (L) و ریلی (R) هستند. موج L، حرکتی کم و بیش شبیه امواج S دارد، با این تفاوت که ذرات ماده به موازات سطح زمین جابه جا می شوند و هیچ گونه جابه جایی قائم ندارند و پس از موج S، توسط لرزه نگارها ثبت می شود.



شکل ۴-۱۳. نحوه حرکت موج سطحی L

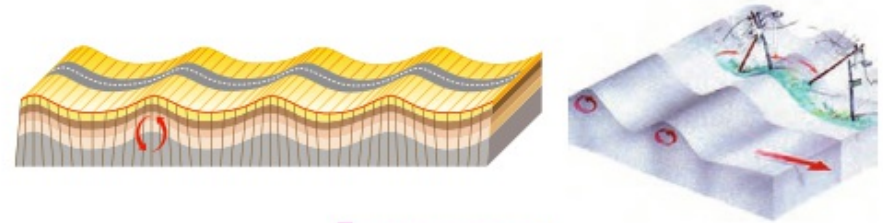
علم،
زندگی،
کار آفرینی

• زمین‌شناسی مهندسی: شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که رفتار و ویژگی‌های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده و امکان ساخت یک سازه را در محلی خاص از زمین بررسی می‌کند. این علم، نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب‌ترین محل، برای ساخت سازه‌ها دارد.

متخصصین زمین‌شناسی مهندسی، در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، آزمایشگاه‌های مکانیک خاک و سنگ، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، صنعت، معدن و تجارت و شهرداری‌ها، می‌توانند نقش مهمی در هدایت پروژه‌های عمرانی داشته باشند.



موج R: این موج مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد. البته در موج ریلی، جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریاست. عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۱۵-۴. نحوه حرکت موج سطحی R

مقیاس اندازه‌گیری زمین لرزه

برای توصیف و اندازه‌گیری زمین لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می‌شود.

شدت زمین لرزه: این مقیاس براساس میزان خرابی‌ها در هر زمین لرزه بیان می‌شود. در واقع شدت زمین لرزه، یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه‌گیری، به توصیف میزان خرابی‌های ناشی از زمین لرزه می‌پردازد. با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه، شدت زمین لرزه کاهش می‌یابد. مرکزی، شدت زمین لرزه را در مقیاس کم با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲، ویرانی کامل، توصیف کرده است.

بزرگی زمین لرزه: بزرگی (بزرگا) زمین لرزه، براساس مقدار انرژی آزاد شده از زمین لرزه محاسبه می‌شود. هرچه انرژی آزاد شده، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن، شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن زمین لرزه، بزرگ‌تر خواهد بود. بزرگی زمین لرزه را به کمک اطلاعات لرزه‌نگار، تعیین می‌کنند. واحد اندازه‌گیری بزرگی، ریشتر است. ریشتر، لگاریتم بزرگ‌ترین دامنه موجی (برحسب میکرون) است که در فاصله یک صد کیلومتری از مرکز زمین لرزه، توسط لرزه‌نگار استاندارد ثبت شده باشد.

به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنه امواج ۱۰ برابر و مقدار انرژی $31/6$ برابر افزایش می‌یابد. بزرگی زمین لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، اما شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می‌یابد.

دانشمندان علوم زمین

چارلز ریشر ژئوفیزیک‌دان، بارانه‌گذارش مطالعه زمین لرزه‌های کم عمق و عمیق که در سال ۱۹۲۸ به چاپ رسید، مقیاس خود را ابداع کرد و بعد از تکمیل این مقیاس با همکاری گوتنبرگ، که با هم در مؤسسه تکنولوژی کالیفرنیا کار می‌کردند، اولین بار در سال ۱۹۳۵ از آن برای بیان بزرگی زمین لرزه استفاده کرد.



۱۹۸۵-۱۹۰۰ میلادی



بیشتر بدانید

• انواع مقیاس اندازه‌گیری بزرگای زمین لرزه

مقیاس بزرگای محلی زمین لرزه (ML): این مقیاس همان واحد قدیمی و معروف «ریشتر» است که بزرگای زمین لرزه را بر مبنای دامنه حرکت زمین توسط دستگاهی به نام Wood - Anderson می‌سنجد. این مقیاس برای زمین لرزه‌هایی با حداکثر فاصله ۶۰۰ کیلومتر کاربرد دارد.

مقیاس امواج درونی زمین (Mb): دامنه امواج درونی از نوع طولی را اندازه می‌گیرد و برای زمین لرزه‌هایی که عمق کانونی آنها زیاد است، کاربرد دارد.

مقیاس امواج سطحی زمین (Ms): با اندازه‌گیری دامنه امواج سطحی بزرگای زمین لرزه را ثبت می‌کند و معمولاً برای زمین لرزه‌های با بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر فاصله کاربرد دارد.

مقیاس امواج گشتاوری زمین (MW): برای سنجش بزرگای اغلب زمین لرزه‌ها به خصوص بیشتر برای زمین لرزه‌های بسیار شدید کاربرد دارد.

هر یک از مقیاس‌های فوق به نوعی، میزان انرژی آزاد شده در هنگام زمین لرزه را نشان می‌دهند، اما اصولاً هر یک برای اندازه‌گیری بزرگای خاصی از زمین لرزه کاربرد دارند. در ایران بیشتر زمین لرزه‌ها در مقیاس Mb محاسبه و بیان می‌شود.

$$\log E = 11/8 + 1/5 M \quad (E) \text{ انرژی آزاد شده بر حسب ارگ}$$

پیوند با ریاضی

• مقدار انرژی آزاد شده و دامنه امواج زمین لرزه‌ای با بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین لرزه‌ای با بزرگی ۴ ریشتر است؟

فکر کنید

- بزرگی و شدت زمین لرزهٔ بم را در شهرهای بم و تهران با هم مقایسه کنید.
- چه ایرادی به مقیاس شدت زمین لرزه وارد است؟

پیش‌بینی زمین لرزه

از گذشته تاکنون، بشر همواره به دنبال پیش‌بینی زمان وقوع حوادث طبیعی مانند زمین لرزه بوده است. از میلیون‌ها زمین لرزهٔ کوچک و بزرگ که تاکنون رخ داده است، فقط تعداد انگشت‌شماری از آنها، قبل از وقوع پیش‌بینی شده‌اند. علی‌رغم پیشرفت‌های وسیع ایجاد شده در دهه‌های اخیر، دربارهٔ فناوری‌های مختلف و علم لرزه‌شناسی، هنوز دانشمندان در زمینهٔ روش‌های علمی قابل اعتماد برای پیش‌بینی زمان دقیق وقوع زمین لرزه به نتیجه نرسیده‌اند. البته زمین‌شناسان محل‌های لرزه‌خیز کره زمین را شناسایی کرده‌اند.



زمین شناسی و سلامت

شاید در نگاه اول، ارتباطی بین زمین شناسی و سلامت انسان و علم پزشکی دیده نشود، اما وقتی بدانیم منشأ آبی که می نوشیم، غذایی که می خوریم و هوایی که تنفس می کنیم از زمین است، بهتر می توانیم این ارتباط را درک کنیم. بیشتر عناصری که در محیط زیست وجود دارند، از سنگ کره منشأ می گیرند. این عناصر بر اثر فرایندهای مختلف و از طریق خاک، آب و هوا وارد چرخه طبیعت می شود. آیا تاکنون به این فکر کرده اید که از طریق آب، غذا و هوا چه مواد و عناصری وارد بدن شما می شود؟ آیا می دانید این مواد می توانند چه اثرات مثبت یا منفی بر بدن شما داشته باشند؟ این مواد از کجا آمده اند؟



۱- افزایش گاز رادون در آب های زیرزمینی.

۲- ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی، قطع شدن جریان آب های زیرزمینی و خشک شدن چاه های عمیق.

۳- پیش لرزه قبل از وقوع زمین لرزه های شدید، زمین لرزه های کوچک زیاد می شوند و سپس تعداد این زمین لرزه ها کاهش می یابد.

۴- ناهنجاری در رفتار حیوانات.

۵- ابر زمین لرزه.

۶- افزایش هدایت الکتریکی سنگ ها.

ایمنی در برابر زمین لرزه

قبل از وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

۱- امکان خطر آتش سوزی، از طریق سیم های برق فرسوده، نشئی لوله های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.

۲- محل فیوز برق و شیر اصلی گاز و آب را به خاطر بسپارید.

۳- وسایل شکستنی از قبیل ظروف شیشه ای و اشیاء و وسایل سنگین را در طبقات پایین قفسه ها بگذارید و قفسه ها را به دیوار متصل کنید.

۴- لامپ ها و لوسترهای سقفی را محکم کنید.

۵- محل های امن خانه، مدرسه یا محل کار خود را پیدا کنید.

۶- بسته وسایل کمک های اولیه و مواد غذایی خشک لازم و ایمنی همچون چراغ قوه را تهیه و در جای مناسب قرار دهید.

هنگام وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

۱- بیشتر آسیب دیدگی ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین لرزه است. هر جا هستید، در همان جا پناه بگیرید.

۲- اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، محل دارای سقف کم وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی پناه بگیرید. از شیشه پنجره ها دور شوید. از شمع، کبریت و هر چه که شعله دارد، استفاده نکنید.

۳- در بیرون از ساختمان، از پل ها، تیرها، سیم های برق، ساختمان ها و دیوارها دور شوید.

۴- اگر داخل اتومبیل هستید، از پل ها و ساختمان ها فاصله بگیرید و فوراً متوقف شوید.

بعد از وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

۱- مراقب پس لرزه ها باشید. رادیو را روشن کنید و به پیام ها و راهنمایی ها عمل کنید.

۲- داروها و مواد شیمیایی زیان آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

۳- ضمن مراقبت از سلامتی خود به افراد ناتوان و کودکان کمک کنید.

۴- اگر بوی گاز می آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید.

۵- در صورت آسیب دیدگی سیم های برق، کنتور برق را قطع کنید.

۶- اگر لوله های آب، صدمه دیده اند، شیر اصلی آب را ببندید.

کانی رنگار (Al₂O₃) - سفیکانی فلوئوریت (CaF₂)کانی اوریمان (Al₂Si₂Al₂O₁₂) - سفی

کانی هالیت (NaCl)

زمین شناسی پزشکی

منشأ همهٔ عناصر سازنده بدن انسان و سایر جانداران، از زمین است. به عبارتی این عناصر، زمین‌زاد هستند. اگر مقدار این عناصر به دلایلی در بدن، کم یا زیاد شود، سلامت انسان به خطر می‌افتد.

تأثیر مواد زمین پر تندرستی انسان، از هزاران سال پیش شناخته شده است. در متون قدیمی پزشکی چینی، ارتباط زمین و سلامت انسان یادآوری شده است. در ایران، دانشمندانی مانند ابوریحان بیرونی، ابن سینا و خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب‌های خود به فواید برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها برای درمان بیماری‌ها اشاره کرده‌اند.

از مدت‌ها پیش مشخص شده بود که برخی بیماری‌ها در مناطق خاصی از زمین، شیوع بیشتری دارند. دانشمندان با آگاهی از ارتباط بین زمین و سلامتی، میان رشته جدیدی به نام زمین‌شناسی پزشکی را به شاخه‌های علم زمین‌شناسی افزودند تا نقش و تأثیر عناصر و کانی‌ها که از طریق هوا، آب و غذا، وارد بدن ما و دیگر موجودات زنده می‌شوند، را مطالعه کنند. زمین‌شناسی پزشکی، یک علم درمانی نیست؛ بلکه به دنبال بررسی عامل بیماری‌های زمین‌زاد است. بنابراین ارتباط نزدیکی با زیست‌شناسی، شیمی و شاخه‌های علم پزشکی دارد.

مهم‌ترین علت‌های آسیب‌دیدگی از زمین لرزه

- ۱- فرو ریختن ساختمان، شیشه پنجره‌های شکسته و قطعات آتایه، زیرا ممکن است پس لرزه‌ها سبب فرو ریختن آنها شوند.
- ۲- خطرات آتش‌سوزی به علت شکستن لوله‌های گاز، اتصال سیم‌های برق به علت افتادن آنها بر روی زمین.

در ساختمان‌سازی باید به نکات زیر توجه کرد:

- ۱- ساختمان هرچه سبک‌تر باشد، بهتر است (به خصوص سقف‌ها).
- ۲- زمین‌های شیب‌دار محل مناسبی برای ساختمان‌سازی نیستند.
- ۳- ساختمان‌هایی که تقارن بیشتری دارند مانند مکعب و مکعب مستطیل، از ساختمان‌های دیگر استحکام بیشتری دارند.
- ۴- در و پنجره زیاد، ساختمان را ضعیف می‌کند؛ بنابراین، نباید آنها را در یک طرف ساختمان قرار داد.
- ۵- مصالح ساختمانی به ترتیب از مناسب تا نامناسب عبارت اند از:
 - الف) چوب؛
 - ب) آجر با اسکلت بتنی؛
 - پ) آجر بدون اسکلت بتنی؛
 - ت) خشت.
- ۶- باید سقف‌ها و دیوارها به خوبی به یکدیگر متصل شوند.
- ۷- در ساختمان‌های اسکلت فلزی، چهارچوب‌های داخلی باید به وسیله تیر آهن‌های ضربدری به هم متصل شوند.
- ۸- نباید قسمت‌های جدیدی را به ساختمان قبلی اضافه کرد.
- ۹- ساختمان‌های خشتی نباید بیشتر از یک طبقه باشند.
- ۱۰- پشت دیوارهای خشتی را باید با حائل تقویت کرد.

علم،
زندگی،
کار آفرینی

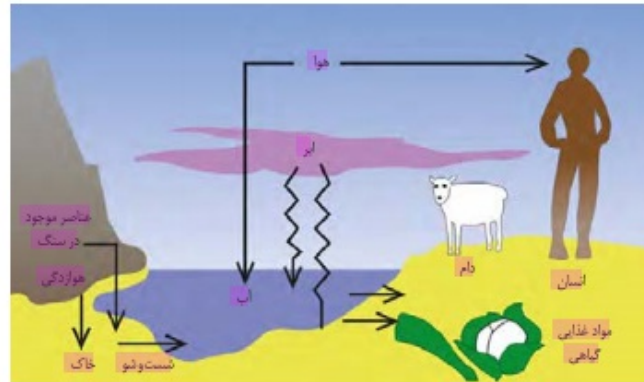
• ژئوفیزیک: علمی بین‌رشته‌ای (فیزیک و زمین‌شناسی) که به مطالعه خصوصیات فیزیکی زمین و محیط اطراف آن می‌پردازد. ژئوفیزیک‌دانان با استفاده از امواج لرزه‌ای، مقاومت الکتریکی، بررسی مغناطیسی زمین و شدت گرانش سنگ‌ها، به مطالعه ساختمان درونی زمین که به راحتی در دسترس نیست و همچنین شناسایی ذخایر معادن و آب‌های زیرزمینی می‌پردازد.



• زمین‌ساخت (تکتونیک): زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت، علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل‌دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجودآورنده آنهاست. از سوی دیگر، زمین‌ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته کوه‌ها، اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه‌ها و حرکت ورقه‌های سنگ‌کره می‌پردازد. گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه‌های عمرانی دارند. متخصصین این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مؤسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زمین‌لرزه، مدیریت بحران، شهرداری‌ها و... به کار مشغول می‌شوند.



سنگ‌ها، بخش اساسی سازنده زمین هستند که از عناصر مختلف تشکیل شده‌اند. هوازگی سنگ‌ها، باعث تشکیل خاک می‌شود. گیاهان بر روی خاک می‌رویند و برخی جانوران، از گیاهان تغذیه می‌کنند. آب نیز، در طی حرکت خود در چرخه آب، از درون سنگ و خاک، عبور و برخی عناصر آنها را در خود حل می‌کند. هوا و بیشتر غبارها و گازهای موجود در هواکره، منشأ زمینی دارند. بنابراین سلامت انسان و سایر موجودات زنده، تحت تأثیر عناصر زمینی است.



شکل ۱-۵- عوامل زمین‌شناختی مؤثر بر سلامت انسان

پراکندگی و تمرکز عناصر

در علم ژئوشیمی، ترکیب شیمیایی سنگ، خاک و آب تعیین می‌شود. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که توزیع عناصر در زمین و ترکیب سنگ‌ها در مناطق مختلف، متفاوت است.



شکل ۲-۵- عناصر تشکیل‌دهنده گرانیت و سنگ آهک



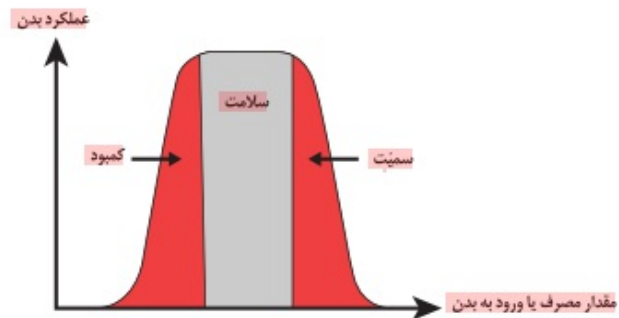
دانشمندان علوم زمین

• اوله سلینوس (Olle Selinus) سوئدی، پدر علم زمین‌شناسی پزشکی است. پروفیسور سلینوس طی دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، در زمینه اکتشاف مواد معدنی در سازمان زمین‌شناسی سوئد فعالیت داشت. از سال ۱۹۸۰ به بعد فعالیت‌های خود را در زمینه زمین‌شناسی زیست‌محیطی متمرکز کرد و به تحقیق در شاخه زمین‌شناسی پزشکی پرداخت. وی تحقیقات زیادی در این موضوع انجام داد و مقالات زیادی درباره ارتباط زمین‌شناسی و سلامت به چاپ رسانده است. سلینوس با تلاش‌های بی‌وقفه خود، نقش مهمی در راه‌اندازی انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی با کمک محققان سایر رشته‌ها و کشورهای و ترویج این علم و حل مشکلات زیادی در سراسر جهان داشته‌است.

جدول ۵-۱- تقسیم‌بندی عناصر از نظر غلظت در پوسته زمین و بدن موجودات زنده

طبقة بندی عناصر	غلظت در پوسته	عناصر	اهمیت در بدن
اصلی	بیشتر از ۱ درصد	اکسیژن، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم	اساسی
فرعی	بین ۱ تا ۰/۱ درصد	تیتانیوم، منگنز و فسفر	اساسی
جزئی	کمتر از ۰/۱ درصد	مس، طلا، روی، سرب، کادمیم و ...	اساسی - سمی

بیشتر عناصر جدول تناوبی، از زمین به بدن موجودات منتقل و وارد بافت‌های مختلف بدن می‌شوند. عناصر مورد نیاز برای عملکرد دستگاه‌های بدن، عناصر اساسی هستند. این عناصر، در تمام بافت‌های سالم بدن وجود دارند و نبود یا کمبود و حتی وجود آنها در مقادیر بیشتر از حد نیاز، باعث ایجاد بیماری یا عارضه می‌شود.



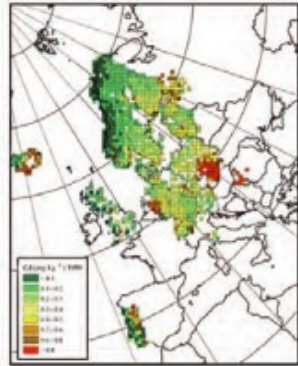
شکل ۳-۵- نمودار تأثیر عناصر بر سلامت انسان

عناصر جزئی، در پوسته زمین و بدن موجودات زنده به مقدار بسیار کم یافت می‌شوند. این عناصر، گاهی در بدن به عنوان عنصر اساسی و مورد نیاز و گاهی به عنوان عنصر سمی محسوب می‌شوند که باعث ایجاد عوارض و یا بیماری می‌گردند.



زمین‌شناسان با تهیه نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر، مناطقی را که احتمال خطر بیماری‌های خاصی در آنها وجود دارد، معرفی می‌کنند. برای مثال نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیم در خاک

کشور سوئد در شکل روبه‌رو نشان داده شده است (شکل ۴-۵). به همین ترتیب می‌توان با تهیه نقشه از مناطقی که در آن بیماری‌های خاصی شایع است، به بررسی عوامل زمین‌شناسی مؤثر بر ایجاد آنها پرداخت.



شکل ۴-۵. نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیم در خاک کشور سوئد (بیشترین مقدار، رنگ قرمز)

جمع‌آوری اطلاعات

- گیاهانی را معرفی کنید که می‌توانند عناصر خاصی را در خود متمرکز کنند.
- بررسی کنید که ماهی چه عناصری را در بدن خود متمرکز می‌کند؟

پیوند با پزشکی

• استخراج سرب از حدود ۵۰۰۰ سال پیش آغاز شد و به‌طور نسبی در عصر مس، مفرغ و آهن افزایش یافت و در ۲۰۰۰ سال پیش به اوج خود رسید. سنگ نوشته‌های رسی دوره‌های میانی و پسین آشوری و متون مصری و سانسکریت مربوط به بیش از ۳۰۰۰ سال پیش، مواردی از مسمومیت به سرب را نشان می‌دهد.

نخستین کاربردهای سرب در لوله‌کشی، معماری و کشتی‌سازی بود. نمک‌های سرب برای نگهداری میوه و سبزی‌ها به کار می‌رفت. استفاده از مقادیر زیاد سرب در زندگی روزمره طبقه اشراف روم، اثری قابل ملاحظه بر سلامت آنها داشت، از جمله شیوع مسمومیت سرب (پلومبیسیم)، شیوع شدید ناباروری، مرده‌زایی و عقب‌افتادگی ذهنی. بررسی شرح حال فیزیولوژیکی امپراتورهای روم که بین سال‌های ۲۵۰-۱۵۰ سال پیش از میلاد می‌زیستند، نشان می‌دهد که بیشتر این افراد دچار مسمومیت سرب بوده‌اند.

یکی از نشانه‌های مسمومیت با سرب، ایجاد خط آبی رنگ در محل اتصال دندان‌ها به لثه است.



کانی پیریت (FeS₂)



کانی هالیت (NaCl)

زمین‌شناسی پزشکی

منشأ همه عناصر سازنده بدن انسان و سایر جانداران، زمین است. به عبارتی این عناصر، زمین‌زاد هستند. اگر مقدار آنها به دلایلی در بدن کم یا زیاد شود، سلامت انسان به خطر می‌افتد. تأثیر مواد زمین بر تندرستی انسان، از هزاران سال پیش شناخته شده است. در متون قدیمی پزشکی چینی، ارتباط زمین و سلامت انسان یادآوری شده است. در ایران، دانشمندانی مانند ابوریحان بیرونی، ابن سینا و خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب‌های خود به فواید برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها برای درمان بیماری‌ها اشاره کرده‌اند.

بیشتر بدانید

• کانی هالیت به‌واسطه حضور پتاسیم در ترکیبش به رنگ آبی دیده می‌شود. نمک آبی ایرانی^۱ از معادن دو شهر گرمسار و سمنان استخراج می‌شود. نتایج مطالعه اداره فدرال ایمنی غذا و دامپزشکی سوئیس^۲ روی ۲۵ نوع نمک از سراسر جهان در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد که انواع نمک‌های رنگی، در مقایسه با نمک معمولی از سلامت کمتری برخوردارند. نمک‌های رنگی حاوی ۹۴ درصد کلرید سدیم و بید کمتری بوده و دارای عناصر دیگری مثل آلومینیم، اورانیوم و کادمیوم هستند.



چالب است بدانید نمک هیمالیا حاوی مقادیر قابل توجهی آهن ولی به شکل اکسید آهن نامحلول می‌باشد و جذب این ماده معدنی برای بدن دشوار است. در نتیجه FSVO معتقد است که نمک هیمالیا را نمی‌توان به‌عنوان منبع تغذیه‌ای خوب آهن در نظر گرفت.

^۱- Persian blue salt

^۲- FSVO

منشا بیماری های زمین زاد



سنگ های دارای آرسنیک: آرسنیک، یک عنصر غیر ضروری و سمی است. این عنصر، منشا زمین زاد دارد و برخی سنگ ها مانند سنگ های آتشفشانی، دارای بی هنجاری مثبت آرسنیک است. مهم ترین مسیر انتقال آن از زمین به گیاهان و جانوران و انسان، از راه آب آلوده به این عنصر است. کشورهای زیادی در معرض آلودگی این عنصر هستند. در این کشورها، سنگ ها و کانی های دارای آرسنیک (مانند پیریت)، در معرض هوازدگی، اکسیده یا حل می شوند و عناصر موجود در آنها وارد منابع آب و سپس وارد بدن موجودات زنده می شود و باعث ایجاد بیماری می گردد.

وقتی مقادیر بالای این عنصر وارد بدن انسان می شود، عوارض و بیماری های متعددی مانند ایجاد لکه های پوستی، سخت شدن و شاخی شدن کف دست و پا، دیابت و سرطان پوستان را ایجاد می کند.

شکل سه: هفر آلودگی آب و خاک به آرسنیک

بیشتر بدانید



• حدود پنجاه سال پیش، چاه های عمیق آب در بنگال غربی هندوستان حفر شد. مردم از این آب برای آبیاری مزارع برنج استفاده می کردند که زیربنای اقتصادی آنها را تشکیل می داد. پیش از آن، کشاورزان با آب محدودی که در دسترس بوده زمین های خود را آبیاری می کردند اما، با این روش جدید، سطح زیر کشت، بالا رفت و درآمد اقتصادی آنها به شدت افزایش یافت. آنها آب را از چاه های عمیق برداشت می کردند و می توانستند ۳ یا ۴ نوبت کشت در سال انجام دهند. اما این آب، مقدار

زیادی آرسنیک داشت و بیش از ۴۰۰ روستا در بنگال غربی تحت تأثیر شدیدترین مسمومیت آرسنیک جهان قرار گرفت و حدود ۶۰۰۰۰ نفر دچار مرگ زودرس شدند.

بعد از شیوع بیماری های فراوان در منطقه بنگال غربی و بنگلادش، مطالعات انجام شده توسط



خشک شدن و شاخی شدن پوست بر اثر مصرف آب حاوی آرسنیک در بنگلادش

زمین شناسان بر روی سنگ های سازنده آنچوان های منطقه، وجود لایه های رسوبی حاوی عنصر آرسنیک با رگه هایی از کانی پیریت را نشان داد که چاه ها را آلوده می کرد.

از مدت ها پیش مشخص شده بود که برخی بیماری ها در مناطق خاصی از زمین، شیوع بیشتری دارند. دانشمندان با آگاهی از ارتباط بین زمین و سلامتی، میان رشته جدیدی به نام زمین شناسی پزشکی را به شاخه های علم زمین شناسی افزودند تا نقش و تأثیر عناصر و کانی ها که از طریق هوا، آب و غذا، وارد بدن ما و دیگر موجودات زنده می شوند را مطالعه کنند. زمین شناسی پزشکی، یک علم درمانی نیست؛ بلکه به دنبال بررسی عامل بیماری های زمین زاد است. بنابراین ارتباط نزدیکی با زیست شناسی، شیمی، شاخه های علم پزشکی و دامپزشکی دارد.

چرخه بیوزئوشیمیایی

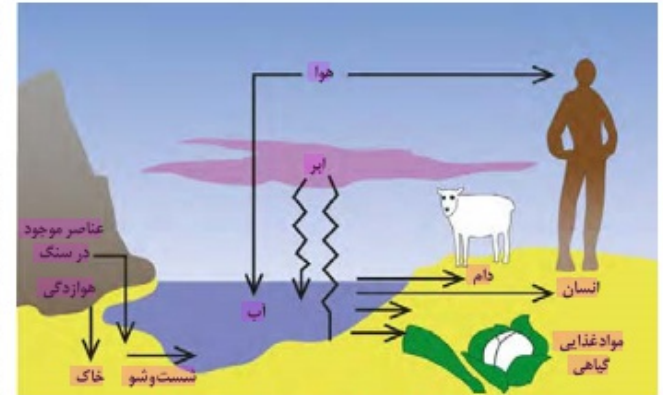
عناصر موجود در سنگ ها توسط فرایندهای زیستی و غیر زیستی از آن جدا و به خاک، آب و رسوبات منتقل شده، سپس همراه با چرخه غذایی به بدن جانوانات و گیاهان وارد می شوند. در ادامه، عناصر مجدداً به خاک، رسوب و آب برمی گردند و با گذشت زمان طولانی دوباره به سنگ تبدیل می شوند. بنابراین سلامت انسان و سایر موجودات زنده، تحت تأثیر عوامل زمین شناسی و ترکیبات تشکیل دهنده کره زمین می باشد.



دانشمندان علوم زمین

• **اوله سلینوس (Olle Selinus)** سوئدی، پدر علم زمین شناسی پزشکی است. پروفیسور سلینوس طی دو دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، در زمینه اکتشاف مواد معدنی در سازهان زمین شناسی سوئد فعالیت داشت. از سال ۱۹۸۰ به بعد فعالیت های خود را در زمینه زمین شناسی زیست محیطی متمرکز کرد و به تحقیق در شاخه زمین شناسی پزشکی پرداخت. وی تحقیقات زیادی در این موضوع انجام داده و مقالات زیادی درباره ارتباط زمین شناسی و سلامت به چاپ رسانده است.

سلینوس با تلاش های بی وقفه خود، لجن بین المللی زمین شناسی پزشکی را راه اندازی کرد. وی با کمک محققان سایر رشته ها از سراسر جهان نقش مهمی در ترویج این علم داشته و مشکلات زیست محیطی زیادی را در دنیا حل کرده است.



شکل ۱-۵: گردش عناصر و عوامل زمین شناختی مؤثر بر سلامت انسان

تقسیم بندی بیوشیمیایی عناصر

عناصر بسیاری از زمین به بدن موجودات منتقل و وارد بافت های مختلف بدن می شوند، این عناصر از دیدگاه زمین شناسی پزشکی به دو گروه اساسی و غیر اساسی تقسیم می گردند. عناصر مورد نیاز برای عملکرد دستگاه های بدن، عناصر اساسی نامیده می شوند. این عناصر، در بافت های سالم بدن وجود دارند و نبود یا کمبود یا مقادیر بیشتر از حد آنها، باعث ایجاد بیماری یا عارضه می شود.



شکل ۶-۱۰ نقشه پراکندگی مناطق دارای آلودگی آرسنیک در جهان (فقط قرمز)

آرسنیک موجود در بعضی از سنگ‌ها، مانند زغال سنگ به مواد غذایی منتقل می‌شود. به نمونه‌ای از آن می‌توان در خشک کردن فلفل قرمز و ذرت به وسیله زغال سنگ در ناحیه‌ای از جنوب چین اشاره کرد. در این منطقه، خشک کردن مواد غذایی با حرارت زغال سنگ در محیط بسته، سبب آزاد شدن آرسنیک و ورود آن به مواد غذایی و آلودگی آنها می‌شود.

سنگ‌های دارای عنصر کادمیم: کادمیم، عنصری سمی و سرطان زاست که در کانسنگ‌های سولفیدی یافت می‌شود و مهم‌ترین منشأ آن در معادن روی و سرب است. این عنصر، از طریق گیاهان خوراکی و آب وارد بدن می‌شود.

پیوند با پزشکی

• تأثیر منفی کادمیم بر سلامتی از زمانی مشخص شد که آب‌های معدنی سرشار از کادمیم از یک معدن روی و سرب، وارد رودخانه و مزارع برنج منطقه‌ای در ژاپن گردید و پس از مدتی باعث شیوع بیماری ای‌تای ای‌تای (itai itai) شد. این بیماری، باعث تغییر شکل و نرمی استخوان در زنان مسن می‌شود. بعدها در مردم این منطقه، آسیب‌های کلیوی نیز رخ داد. با توجه به اینکه کادمیم همیشه با عنصر روی همراه است، استفاده از کودهای روی که از سنگ معدن روی تولید می‌شود، در مزارع می‌تواند باعث افزایش غلظت کادمیم در گیاهان و زنجیره غذایی شود.

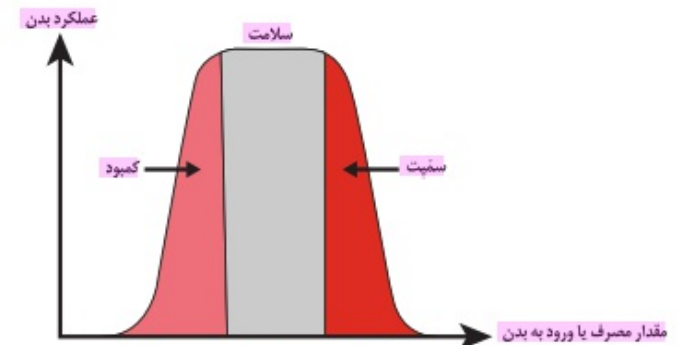
سنگ‌های دارای جیوه: جیوه، عنصری سمی است که از سنگ‌های آتشفشانی، چشمه‌های آب گرم، در طی فرایند استخراج مواد معدنی و جداسازی طلا از کانسنگ آن به دست می‌آید. در مناطق معدنی، فرایند استخراج طلا یا ملامه کردن طلا با جیوه در فعالیت‌های معدنی، منجر به آلودگی گسترده جیوه شده است. قرارگیری دراز مدت در معرض جیوه، از طریق دهان (آب و غذا) و پوست، باعث آسیب رساندن به دستگاه‌های عصبی، گوارش و ایمنی می‌شود.

عناصر غیراساسی عناصری هستند که نقشی در فعالیت‌های بدن نداشته یا هنوز پیامدهای کمبود آنها در بدن موجودات زنده اثبات نشده است. قسمت اعظم بدن انسان از یازده عنصر تشکیل شده است. عنصری که بیش از ۹۶ درصد توده بدن را تشکیل می‌دهند، عناصر اصلی نامیده می‌شوند.

عناصر فرعی، کمتر از ۴ درصد توده بدن را تشکیل می‌دهند. بیشتر عناصر جدول تناوبی، جزئی می‌باشند و نقشی در عملکرد ارگان‌های بدن ندارند، فقط تعدادی از آنها عناصر «جزئی اساسی» هستند و بدن برای انجام فعالیت‌ها به آنها نیاز دارد و تعداد محدودتری از آنها نیز سمی به حساب می‌آیند (جدول ۵-۱).

جدول ۵-۱- طبقه‌بندی بیوشیمیایی عناصر

طبقه‌بندی عناصر	عناصر	اهمیت در بدن
اصلی	هیدروژن، کربن، نیتروژن و اکسیژن	اساسی
فرعی	سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، فسفر و کلر	اساسی
جزئی	آهن، سرب، منگنز، فلور، ید، سلنیم و...	اساسی - سمی



شکل ۵-۲- نمودار تأثیر عناصر اساسی بر سلامت انسان

پیوند با پزشکی

• سوپر اکسیدها مانند Li_2O (لیتیم سوپر اکسید) با تشکیل بنیان‌های بسیار واکنش‌گر، باعث وقوع سرطان می‌شوند. برخی عناصر به خصوص سلنیم، از طریق آنزیم‌های حاوی این عنصر، با از بین بردن سوپراکسیدها، از وقوع سرطان پیشگیری می‌کنند. به همین دلیل این عنصر، اهمیت زیادی در سلامت انسان دارد و به عنوان ماده ضدسرطان شناخته می‌شود.

بیشتر بدانید

• در جدول تناوبی زیر، طبقه‌بندی بیوشیمیایی عناصر با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است.

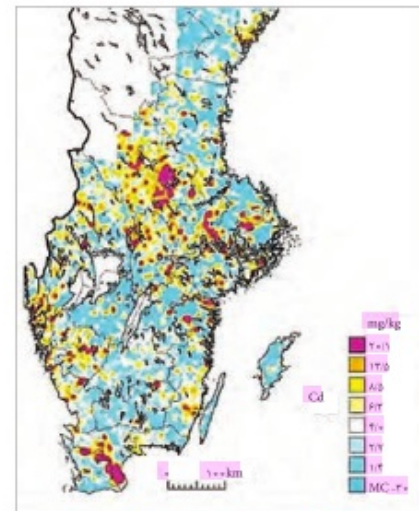
H	He																	B	C	N	O	F	Ne							
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar													
Na	Mg											K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe													
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr														

کادر سبز: عناصر جزئی ضروری
 کادر قرمز: عناصر سنگین
 کادر آبی: عناصر فرعی
 کادر طلایی: گازهای نجیب
 کادر صورتی: عناصر اصلی

در فصل ۲ خواندید که بعضی سنگ‌ها و خاک‌ها، در برخی از عناصر، بی‌هنجاری مثبت یا منفی نشان می‌دهند. گیاهان، عناصر مورد نیاز خود را برای رشد از این خاک‌ها می‌گیرند. بنابراین در بعضی از گونه‌های گیاهی، تمرکز عناصر بیش از حد معمول ایجاد می‌شود. اگر جانوران از این گیاهان تغذیه کنند غلظت برخی از عناصر در آنها از حد معمول، بیشتر شده و می‌تواند باعث بیماری در آنها شود.

فعالیت تکمیلی

- برنج چه عناصری را می‌تواند در خود متمرکز کند؟
- گیاهانی را معرفی کنید که می‌توانند عناصر خاصی را در خود متمرکز کنند.
- ماهی چه عناصری را در بدن خود متمرکز می‌کند؟



شکل ۳-۵. نقشه ژئوشیمیایی فلز سمی کادمیوم در کشور سوئد

زمین‌شناسان با شناسایی نقاط دارای بی‌هنجاری مثبت و تهیه نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر، مناطقی را که احتمال خطر بیماری‌های خاصی در آنها وجود دارد، معرفی می‌کنند. قبلاً با کانسارها، فعالیت‌های معدنی و فراوری آنها آشنا شدید. پراکندگی کانسارها و پیامدهای ناشی از فعالیت‌های معدنی متجز به بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی و شیوع بیماری در میان

مسمومیت با جیوه، اولین بار در سال ۱۹۵۶ در میناماتا ژاپن شایع شد که باعث بروز بیماری میناماتا و تولد کودکان ناقص گردید. مسمومیت به مثیل جیوه در ژاپن، سوئد، عراق و ایالات متحده مشاهده شده است.



سنگ‌های دارای فلوتور: فلوتور، یک عنصر اساسی است که کمبود یا مصرف زیاد آن، هر دو باعث بروز بیماری می‌شود و منشأ اصلی و مسیر ورود آن به بدن، از راه نوشیدن آب است. فلوتور در ترکیب فلوتوریت، کانی‌های رسی و میکای سیاه به مقدار زیاد وجود دارد. دندان از کلسیم فسفات و مواد آلی تشکیل شده است. ورود مقداری فلوتور به ساختار بلوری دندان، باعث سخت‌تر شدن آن و مقاومت بیشتر در برابر پوسیدگی می‌شود. همچنین فلوتور در کاهش ابتلا به پوکی استخوان نیز مؤثر می‌باشد. کمبود فلوتور در رژیم غذایی، از مدت‌ها پیش عامل پوسیدگی دندان، شناخته شده و به همین دلیل، برای جبران این کمبود، مقداری فلوتور در ترکیب خمیر دندان وارد شده است.

پیوند با پزشکی

• در صورتی که آب‌های طبیعی، دارای بی‌هنجاری مثبت فلوراید باشد، حدود ۲ تا ۸ برابر مقدار معمول فلوراید را وارد بدن می‌کنند. در این حالت، دندان‌ها همچنان در برابر پوسیدگی مقاوم هستند و تنها ممکن است با لکه‌های تیره‌ای پوشیده شوند که زیبایی دندان را از بین می‌برد. به این عارضه، فلورسیس دندان می‌گویند که عارضه‌ای بازگشت‌ناپذیر است و بر اثر تخریب بافت مینای دندان ایجاد می‌شود.



جمع‌آوری اطلاعات

- خمیر دندان مصرفی شما چه مقدار فلوتور باید داشته باشد؟
- آیا مردم ساکن در مناطق مختلف باید از یک نوع خمیر دندان استفاده کنند؟
- در مورد روش‌های مختلف جبران فلوتور، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گفت‌وگو کنید.



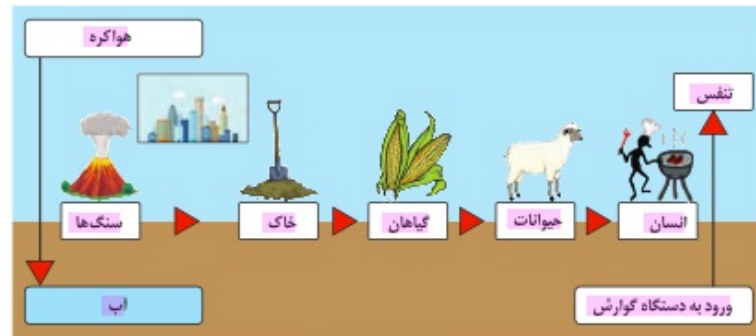
هنگامی که مصرف فلوراید بسیار افزایش می‌یابد و به ۲۰ تا ۴۰ برابر حد مجاز می‌رسد، خشکی استخوان و غضروف‌ها رخ می‌دهد.

مصرف بالای فلوتور، ممکن است برای انسان مسموم‌کننده باشد. بیش از ۲۰ میلیون نفر از مردم جهان از آبی استفاده می‌کنند که بر اساس استانداردهای جهانی، فلوتور بالاتر از حد مجاز دارند. مشکل کمبود فلوتور را می‌توان با اضافه کردن فلوتور به آب آشامیدنی رفع کرد. منشأ دیگر فلوتور، زغال سنگ حاوی فلوتور است و بر اثر سوزاندن زغال سنگ، مقدار زیادی فلوتور وارد محیط می‌شود.



شکل ۳-۴. پراکندگی مناطق دارای آلودگی فلوتور در جهان (رنگ بنفش)

سنگ های دارای سلنیم: سلنیم، یک عنصر اساسی ضدسرطان است که در کانی های سولفیدی و به خصوص در معادن طلا و نقره، چشمه های آب گرم، سنگ های آتشفشانی و خاک های حاصل از آنها به مقدار زیاد یافت می شود. بنابراین، منشأ اصلی سلنیم از خاک و مسیر ورود آن به بدن انسان، از طریق گیاهان است (شکل ۸-۵).



شکل ۸-۵- چرخه سلنیم



- مارکو پولو، در سفر خود در سال ۱۲۷۵ میلادی به اقامتگاه قویلابی خان در چین، به مرگ اسب های خود در اثر مسمومیت به غلغ های منطقه اشاره می کند. امروزه می دانیم که آن بخش از چین، دارای بی هنجاری مثبت سلنیم در خاک است و عوارض توصیف شده توسط مارکو، نشانگر مسمومیت ناشی از سلنیم است.

در انسان نیز مصرف بیش از حد سلنیم، باعث مسمومیت می شود.

سنگ های دارای روی: عنصر روی، از عناصر فلزی مهم به شمار می رود و یک عنصر جزئی اساسی با منشأ زمینی است که بیشتر از طریق گیاهان وارد بدن انسان می شود. روی، علاوه بر اینکه در کانی های سولفیدی به مقدار زیاد وجود دارد، در سنگ های آهکی و برخی سنگ های آتشفشانی

ساکنین منطقه می گردد. از این میان می توان به شیوع بیماری های دامی (مسمومیت با مس) و گاهی انواع سرطان در نواحی مجاور کانسارها اشاره کرد. با نقشه ژئوشیمیایی مناطقی که در آن بیماری های خاصی شایع است، می توان به بررسی عوامل زمین شناسی مؤثر بر ایجاد آنها پرداخت. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می دهد که توزیع عناصر در زمین و ترکیب سنگ ها در مناطق مختلف، متفاوت است.



شکل ۴-۵ مقایسه عناصر تشکیل دهنده سنگ گرانیت و سنگ آهک

جمع آوری اطلاعات

• در مورد تأثیر منفی احتمالی سنگ آهک و گرانیت بر سلامت انسان تحقیق کنید و به کلاس گزارش دهید.

منشأ بیماری های زمین زاد

آرسنیک: یک عنصر جزئی اساسی است و گستردگی وسیعی در پوسته زمین دارد. دو کانی اورپیمان و رالگار، کانی های اصلی آرسنیک می باشند. این عنصر در برخی سنگ های آذرین، سنگ های دگرگونی و رسوبی (مانند شیل) دارای غلظت بالایی است. با این حال بیشترین مقدار عنصر آرسنیک در زغال سنگ ها متمرکز شده است.



شکل ۶-۵ کانی رالگار (As₂S₃) - سی

به طور کلی منابع ورود آرسنیک به محیط زیست شامل سوزاندن زغال سنگ آرسنیک دار، آب های زیرزمینی آلوده و معدن کاری می باشد.

این عنصر از طریق آب های آلوده از زمین به گیاهان و جانوران منتقل می شود. راه ورودش به بدن انسان از طریق جذب پوستی، تنفس و تغذیه می باشد. به یک نمونه از آن می توان برای خشک کردن فلفل قرمز و ذرت در جنوب چین اشاره نمود. در این منطقه خشک کردن مواد غذایی توسط حرارت زغال سنگ های آلوده در محیط بسته، سبب آزاد شدن آرسنیک موجود در زغال سنگ و ورودش به مواد غذایی و آلودگی آن شده بود.



شکل ۶-۶ کانی اورپیمان (As₂S₃) - سی



شکل ۹.۵.۹. قرص روی

نیز فراوان است. عوارض کمبود روی، شامل کوتاهی قد و اختلال در سیستم ایمنی بدن است. زیادی مقدار روی می تواند باعث کم خونی و حتی مرگ شود.

کمبودهای ناحیه‌ای عنصر روی، که ارتباطی با سنگ‌شناسی و خاک‌های منطقه دارد را باید با وارد کردن غذاها و داروهای روی دار مکمل رفع کرد.

عنصر ید: در سده نوزدهم، بیماری گواتر در نیمه شمالی آمریکا بسیار رایج بود و این منطقه، کمربند گواتر نامیده می‌شد. پژوهش‌ها نشان داد که کمبود ید در خاک این منطقه و گیاهان و دام‌های آن باعث این بیماری شده است و هنگامی که ید به رژیم غذایی مردم این منطقه اضافه شد، بیماری گواتر کاهش یافت. دلیل زمین‌شناختی این است که در بخش شمالی ایالات متحده پس از عصر یخ‌بندان، با آب شدن یخ‌ها، حجم زیادی آب در خاک نفوذ کرد و نمک‌های بسیار انحلال‌پذیر ید را با خود نشت و خاک‌های فقیر از ید را بر جای گذاشت. کمبود ید در مناطق مختلف جهان، به خصوص مناطق کوهستانی دور از دریا، که فرسایش و یارندگی شدید، خاک را از ید فقیر می‌کند، بسیار شایع است.

عنصر کلسیم و منیزیم: از مدت‌ها پیش مشخص شده است که وجود عناصر کلسیم و منیزیم باعث سختی آب آشامیدنی می‌شود. میزان سختی آب در مناطق مختلف متفاوت بوده و با زمین‌شناسی هر منطقه مرتبط است. این عامل، با انواع خاصی از بیماری‌های کلیوی رابطه دارد.



• خاک‌خواری یا خوردن آگاهانه خاک توسط انسان‌ها مشاهده می‌شود. متخصصان تغذیه، این عمل را پاسخی برای کاهش سمیت برخی مواد موجود در رژیم غذایی و یا تأمین کمبودهای تغذیه‌ای می‌دانند. تمایل برخی از خانم‌های باردار به خوردن خاک، زغال و... در نسل‌های گذشته، نمونه‌ای از خاک‌خواری است. اما باید آلودگی این خاک‌ها به برخی عناصر سمی را مورد توجه قرار داد. نمونه دیگری از آن را می‌توان در استفاده خوراکی از خاک با تنوع رنگی در جزیره هرمز نام برد.

بیشتر بدانید

غبارهای زمین‌زاد: غباری که هر روز در حیاط خانه ما فرو می‌ریزد، ممکن است از هزاران کیلومتر دورتر منشأ گرفته باشد. غبار، پدیده‌ای جهانی است. توفان‌های غبار که از آفریقا منشأ می‌گیرند به کوه‌های آلپ هم می‌رسند و ریزگردهای برخی از کشورهای همسایه، وارد کشور ما شده و ما را دچار مشکلات زیادی کرده است. غبار از راه تنفس، وارد بدن انسان می‌شود و سلامت وی را تهدید می‌کند.



شکل ۸.۵.۸. نقشه آلودگی آرسنیک در جهان. آلودگی مربوط به معادن و کانی‌های آرسنیک‌دار (نقشه قرمز)، آب‌های زیرزمینی آلوده به آرسنیک (رنگ نارنجی)



شکل ۸.۵.۷. هاب و خاک دارای آرسنیک و آهن

کشورهای زیادی در معرض آلودگی این عنصر هستند. حدود پنجاه سال پیش، در بنگال غربی هندوستان و بنگلادش چاه‌های کم عمق زیادی حفر شد. مردم از این آب برای آبیاری مزارع برنج استفاده کردند. با این روش جدید، سطح زیر کشت، بالا رفت و آنها توانستند ۳ یا ۴ نوبت کشت در سال انجام دهند. اما این آب، حاوی مقدار زیادی آرسنیک بود و بیش از ۴۰۰ روستا در بنگال غربی تحت تأثیر شدیدترین مسمومیت آرسنیک جهان قرار گرفتند و بیش از ۶۰ هزار نفر دچار مرگ زودرس شدند.

بعد از شیوع بیماری‌های فراوان در بنگال غربی و بنگلادش، مطالعات انجام شده توسط زمین‌شناسان بر روی آبخوان‌های منطقه، وجود لایه‌های رسوبی حاوی عنصر آرسنیک با رگه‌هایی از کانی پیریت را نشان داد. با مصرف زیاد آب‌های زیرزمینی و افت سطح آب، لایه‌های رسوبی در معرض اکسیژن هوا قرار گرفته و کانی‌های پیریت‌دار موجود در آنها دچار تخریب و هوازدگی گردید. آرسنیک آزاد شده از لایه‌های رسوبی به سرعت وارد آب‌های زیرزمینی منطقه شده و آن را آلوده کرده است.



خشک و شاخی شدن پوست

• وقتی مقادیر بالای آرسنیک وارد بدن انسان می‌شود، عوارض و بیماری‌های متعددی مانند ایجاد لکه‌های پوستی، سخت شدن و شاخی شدن کف دست و پا (کراتوسیسی)، دیابت و سرطان پوست را ایجاد می‌کند.

پیوند با پزشکی

کادمیم: عنصری سمی و سرطان‌زا است که در کانسنگ‌های سولفیدی یافت می‌شود. این عنصر در معادن سرب و روی می‌تواند جانشین روی در کانی‌های سولفیدی شود. راه ورود آن به بدن انسان از طریق تنفس، غذا و آب آلوده می‌باشد. در طبیعت کانی‌های دارای کادمیم کم هستند.

اثرات توفان های گرد و غبار و ریزگردها:

- کاهش میزان انرژی دریافتی از خورشید (غبارها گرما را بازتاب و زمین را سرد می کنند)
- انتقال باکتری های بیماری زا به مناطق پر جمعیت
- افت کیفیت هوا
- انتقال مواد سمی
- فراهم کردن مواد مغذی اساسی برای جنگل های بارانی مناطق گرمسیری
- هسته های رشد قطرات باران



شکل ۱۰-۵۰. توفان گردوغبار

زمین شناسان در مطالعات خود، نوع کانی های تشکیل دهنده و ترکیب ژئوشیمیایی ریزگردها و غبارها را بررسی می کنند. آنها طی این بررسی ها، سرچشمه ریزگردها را با تصاویر ماهواره ای بررسی و نحوه انتقال آنها تا فواصل دور را مطالعه می کنند تا بتوانند پیامدهای حاصل از استنشاق غبارها بر سلامت انسان را پیش بینی و راهکارهایی برای کاهش اثرات آنها پیدا کنند.

ذرات بسیار ریز غبار یا ورود به ریه، باعث بیماری های ریوی می شوند. هر چه غلظت این غبارها، بیشتر باشد، نرخ بیماری های مزمن دستگاه تنفسی و مرگ و میر مرتبط با آن افزایش می یابد.

آتشفشان ها: فعالیت های آتشفشانی، فلزها و عناصر دیگر را

از اعماق زمین به سطح می آورند. برای مثال بر اثر فوران آتشفشان انفجاری پیناتوبو فیلیپین در سال ۱۹۹۱ میلیون ها تن خاکستر وارد اتمسفر و بر روی منطقه ای به وسعت هزاران کیلومتر مربع پخش شد که بیشتر عناصر طبیعی جدول تناوبی بود. آتشفشان ها، افزون بر عناصر اساسی، عناصر دیگری مانند آرسنیک، بریلیم، کادمیم، جیوه، سرب، رادون و اورانیوم را هم وارد محیط می کنند که در شرایط خاص، خطرناک هستند.

این گونه فوران های آتشفشانی هر چند سال یک بار در تاریخ زمین رخ داده اند. این نکته را هم در نظر بگیریم که در هر زمان، به طور میانگین ۶۰ آتشفشان بر روی زمین فعال بوده و فوران کرده اند. مقدار کل فلزهای آزاد شده از آتشفشان ها، قابل توجه است.



شکل ۱۱-۵۰. در طی دو روز، ۱۰ میلیارد تن مagma و ۲۰ میلیون تن گوگرد دی اکسید از آتشفشان فعال پیناتوبو در سال ۱۹۹۱م، خارج شد و شرایط آب و هوایی کره زمین را در طی سه سال تحت تأثیر قرار داد. این رویداد به تنهایی ۲ میلیون تن روی، ۱ میلیون تن مس و ۵۵۰۰ تن کادمیم را در سطح زمین پخش کرد.

بیماری سیلیکوسیس که حاصل استنشاق گرد و غبار دارای ذرات سیلیس است، در سده بیستم برای نخستین بار در پادیه نشینان صحرائی آفریقا شناسایی شد و پس از آن در کشاورزان پاکستان، کالیفرنیا، لاداخ (سیبری)، تار (هند) و نیز شمال چین یافت شد. شیوع این بیماری در لاداخ، ۲۲ درصد جمعیت روستایی و در شمال چین ۲۱ درصد جمعیت بالای ۴۰ سال را در بر می گیرد و به نظر می رسد جمعیت مبتلا در آسیا به چند میلیون نفر برسد.

پیوند با پزشکی

• تأثیر منفی کادمیم بر سلامتی از زمانی مشخص شد که آب های معدنی سرشار از کادمیم از یک معدن روی و سرب، وارد رودخانه و مزارع برنج منطقه ای در ژاپن گردید و پس از مدتی باعث شیوع بیماری ایتای ایتای (itai itai) شد. این بیماری، باعث تغییر شکل و نرمی استخوان در زنان مسن می شود. بعدها در مردم این منطقه، آسیب های کلیوی نیز رخ داد. با توجه به اینکه کادمیم همیشه با عنصر روی همراه است، استفاده از کودهای روی که از سنگ معدن روی تولید می شود، در مزارع می تواند باعث افزایش غلظت کادمیم در گیاهان و زنجیره غذایی شود.

تأثیر منفی دیگر کادمیم افزایش نفوذپذیری غشای سلولی است که باعث تسهیل ورود فلزات سنگین به داخل سلول ها می شود.



شکل ۹-۵۰. کانی کالان (PbS)

سرب: سرب دارای چندین ایزوتوپ است که تعدادی از آنها خاصیت پرتوایی دارند. این عنصر همراه روی در سنگ های کربناته دیده می شود و معروف ترین کانی آن کالان می باشد. این عنصر غالباً به صورت غبار و ذرات پراکنده در هوا، وارد دستگاه تنفسی می شود. همچنین ترکیبات آن در آب، غذا، حتی میوه و دانه های گیاهی وجود دارد که از طریق آنها وارد بدن می شود.

پیوند با پزشکی

• استخراج سرب از حدود ۵۰۰۰ سال پیش آغاز شد. نخستین کاربردهای آن در لوله کشی، معماری و کشتی سازی بود. نمک های سرب برای نگهداری میوه ها و سبزی ها به کار می رفت. بررسی شرح حال فیزیولوژیکی امپراتورهای روم نشان می دهد که بیشتر این افراد دچار مسمومیت سرب (پلومبسم) بودند. عوارض گوناگونی در نتیجه افزایش سرب در بدن انسان به وجود می آید که عمده آنها در کودکان رخ می دهد و شایع ترین آن پایین آمدن کاهش یادگیری و رشد ذهنی است. سایر عوارض در کودکان شامل خستگی، نارامی و تشنج است. در بزرگسالان عوارض فشار خون بالا، مشکلات گوارشی، عصبی، کم خونی و مشکل تمرکز حافظه شایع تر است. یکی از نشانه های مسمومیت با سرب، ایجاد خط سربی در محل اتصال دندان ها به لثه است.



جیوه: جیوه عنصری سمی است که از منابع گوناگون مانند سنگ های آتشفشانی چشمه های آب گرم و طی فرایند استخراج مواد معدنی به محیط زیست وارد می شود. ملقمه کردن طلا با جیوه که یکی از شیوه های استحصال از کانستگ می باشد، منجر به آلودگی گسترده جیوه می شود.



شکل ۱۰-۵۰. کانی سینبار (HgS)

۱- ترکیب هر فلز یا جیوه را ملقمه گویند.

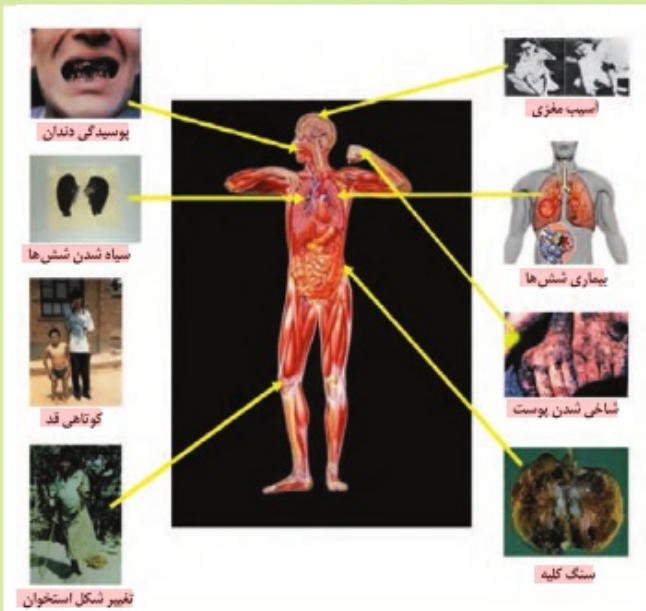
یادآوری



• در کتاب علوم پایه هشتم با کانی آزبست و تأثیر آن بر سلامت انسان آشنا شدید. در مورد استفاده از آزبست (پنبه‌سوز) در ساخت وسایل مختلفی مانند لنت ترمز،... و اثرات آن، مطالبی جمع‌آوری و در کلاس بحث کنید.

خود را بیازمایید

• علت ایجاد هر یک از بیماری‌های مشخص شده در تصویر زیر چیست؟



قرارگیری دراز مدت در معرض جیوه از طریق استنشاق بخار جیوه، جذب پوستی و یا از راه غذا باعث آسیب رساندن به دستگاه‌های عصبی، گوارش و ایمنی می‌شود.

پیوند یا پزشکی



• مسمومیت با جیوه اولین بار در سال ۱۹۵۶ در میناماتا ژاپن شایع شد که باعث بروز بیماری میناماتا و تولد کودکان ناقص گردید. مسمومیت به مثیل جیوه در ژاپن، سوئد، عراق و ایالات متحده مشاهده شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

• در مورد دلیل نام‌گذاری رقص گربه‌ها بر روی بیماری میناماتا تحقیق کرده و در کلاس ارائه کنید.
• در مورد مقدمه کردن طلا با جیوه و اثرات آن بر محیط‌زیست، اطلاعات جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه کنید.



شکل ۱۱-۱۱ کانی فلوریت (CaF₂)

فلوئور: فلوئور، یک عنصر اساسی است که کمبود یا مصرف زیاد آن، هر دو باعث بروز بیماری می‌شود و منشأ اصلی و مسیر ورود آن به بدن، از راه نوشیدن آب است. فلوئور در ترکیب کانی فلوئوریت به مقدار زیاد وجود دارد که پس از هوازگی و تجزیه شدن، عنصر فلوئور آزاد و وارد خاک شده و می‌تواند در رواناب‌های سطحی یا به آب‌های زیرزمینی منطقه وارد شود. منشأ دیگر فلوئور، زغال سنگ است و بر اثر سوزاندن زغال سنگ حاوی فلوئور، مقدار زیادی فلوئور وارد محیط می‌گردد. مصرف بالای فلوئور، ممکن است برای انسان مسموم‌کننده باشد. میلیون‌ها نفر از مردم جهان از آبی استفاده می‌کنند که براساس استانداردهای جهانی، فلوئور بالاتر از حد مجاز دارند. مشکل کمبود فلوئور را می‌توان با اضافه کردن فلوئور به آب آشامیدنی رفع کرد.

دندان از کلسیم فسفات و مواد آلی تشکیل شده است. ورود مقداری فلوئور به ساختار بلوری دندان، باعث سخت‌تر شدن آن و مقاومت بیشتر در برابر پوسیدگی می‌شود. همچنین فلوئور در کاهش ابتلا به یوکی استخوان نیز مؤثر می‌باشد. کمبود فلوئور در رژیم غذایی، از مدت‌ها پیش عامل پوسیدگی دندان، شناخته شده و به همین دلیل، برای جبران این کمبود مقداری فلوئور در ترکیب خمیردندان وارد شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

• خمیردندان مصرفی شما چه مقدار فلوئور باید داشته باشد؟
• آیا مردم ساکن در مناطق مختلف باید از یک نوع خمیردندان استفاده کنند؟
• در مورد روش‌های مختلف جبران فلوئور، اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس گفت‌وگو کنید.

کاربرد کانی‌ها در داروسازی

کانی‌ها، استفاده‌های گسترده‌ای در داروسازی و صنایع بهداشتی دارند. پودر بیچه که از کانی تالک تشکیل شده، آشناترین مثال استفاده از کانی‌ها در این صنایع است. در آنتی‌بیوتیک‌ها و قرص‌های مسکن، بهبود زخم معده و ... از کانی‌های مختلف، به ویژه انواع رس‌ها استفاده می‌شود. در خمیردندان‌ها کانی فلوروتیت و در صنایع آرایشی، کرم‌های ضدآفتاب، تالک، میکا و رس‌ها کاربرد دارند. همچنین از سرب در تهیه لباس‌های محافظ در هنگام عکس‌برداری توسط پرتو X (ایکس) استفاده می‌شود.

● **زمین‌شناسی زیست‌محیطی:** شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است که با استفاده از اصول زمین‌شناسی، به حل مسائل زیست‌محیطی می‌پردازد. بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع و معادن، فرسایش خاک، افزایش روزافزون پسماندها، فاضلاب‌ها و مواد شیمیایی موجب آلودگی بخش‌های مختلف زمین از جمله آب، هوا و خاک شده است. زمین‌شناسان زیست‌محیطی به مطالعه شیوه‌های انتقال و رفع آلاینده‌ها از محیط‌زیست می‌پردازند.



● **زمین‌شناسی پزشکی:** منشأ همه عناصر از زمین است و آلودگی‌های طبیعی و انسان‌زاد می‌تواند از سنگ و خاک به آب و گیاه و دام و از طریق غذا به بدن انسان انتقال یابد. برخی عناصر، برای بدن انسان و دیگر موجودات ضروری هستند. آهن در هموگلوبین، فسفر و کلسیم در ساختار دندان و استخوان، نقش اساسی دارد اما برخی ترکیب‌ها مانند نیترات‌ها و عناصری مانند جیوه، آرسنیک، سرب، کادمیم و ... برای سلامت انسان مضر هستند.

در مراکز مرتبط با معادن و منابع آب و کشاورزی، وجود متخصص زمین‌شناسی پزشکی ضروری به نظر می‌رسد.

علم،
زندگی،
کارآفرینی

پیوند با پزشکی



● در صورتی که آب‌های طبیعی، دارای بی‌هنجاری مثبت فلوراید باشد، حدود ۲ تا ۸ برابر مقدار معمول فلوراید را وارد بدن می‌کند. در این حالت، دندان‌ها با لکه‌های تیره‌ای پوشیده می‌شوند که زیبایی دندان را از بین می‌برد. به این عارضه، فلورسیس دندان می‌گویند که عارضه‌ای بازگشت‌ناپذیر است و بر اثر تخریب بافت مینای دندان ایجاد می‌شود. هنگامی که مصرف فلوراید افزایش یافته و به ۲۰ تا ۴۰ برابر حد مجاز برسد، تغییر شکل استخوان و خشکی غضروف‌ها رخ می‌دهد. مصرف مقادیر بالای فلورور، ممکن است برای انسان مسموم‌کننده باشد.

سلنیم: سلنیم یک عنصر اساسی ضدسرطان است که در سنگ‌های آتشفشانی، کانی‌های سولفیدی، ذخایر اورانیوم، زغال‌سنگ، معادن طلا و نقره و خاک‌های حاصل از آنها به مقدار زیاد یافت می‌شود. بنابراین منشأ اصلی سلنیم خاک و مسیر ورود آن به بدن انسان، از طریق گیاهان و آب است (شکل ۱۲-۵).



شکل ۱۲-۵. چرخه سلنیم

پیوند با پزشکی



قلب طبیعی بیماری کشان

● یکی از بیماری‌های ناشی از کمبود سلنیم در انسان به بیماری کشان معروف است که برای اولین بار در استان کشان چین شناسایی شد. نشانه‌های این بیماری عبارت‌اند از اختلال در عملکرد قلب، بزرگ شدن قلب و در نهایت مرگ. مطالعات نشان می‌دهد که سلنیم بدن انسان را در مقابل سرطان سینه، ویروس هیپاتیت ب، آنفلوآنزا و ایدز مقاوم می‌کند. مصرف بیش از حد آن نیز باعث مسمومیت می‌شود.



مجمع آب درمانی



نمک درمانی



• مارکو پولو، در سفر خود در سال ۱۲۷۵ میلادی به اقامتگاه قویلیای خان در چین، به مرگ اسب‌های خود در اثر مسمومیت با علف‌های منطقه اشاره می‌کند. امروزه می‌دانیم که آن بخش از چین، دارای بی‌هنجاری مثبت سلنیم در خاک است و عوارض توصیف شده توسط مارکو، نشانگر مسمومیت ناشی از سلنیم است که باعث عدم تعادل در حیوانات علفخوار و مرگ می‌گردد.

بیشتر بدانید



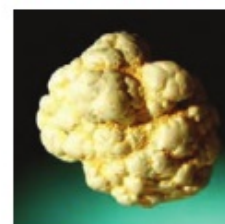
شکل ۱۳-۵. کانی اسفالریت (ZnS)

روی: عنصر روی، از عناصر فلزی مهم به‌شمار می‌رود و یک عنصر جزئی اساسی است. روی علاوه بر اینکه در کانی‌های سولفیدی به مقدار زیاد وجود دارد، در سنگ‌های کربناته و برخی سنگ‌های آتشفشانی نیز فراوان است. اسفالریت کانی اصلی روی می‌باشد. عوارض کمبود روی، شامل کوتاهی قد، اختلال در سیستم ایمنی بدن، کم‌اشتهایی، تولید نوزاد نارس و کم‌وزن است. زیادی مقدار روی می‌تواند باعث کم‌خونی و حتی مرگ شود. کمبودهای ناحیه‌ای عنصر روی که ارتباطی با سنگ‌شناسی و خاک‌های منطقه دارد را باید با وارد کردن غذاها و داروهای مکمل حاوی روی رفع کرد.



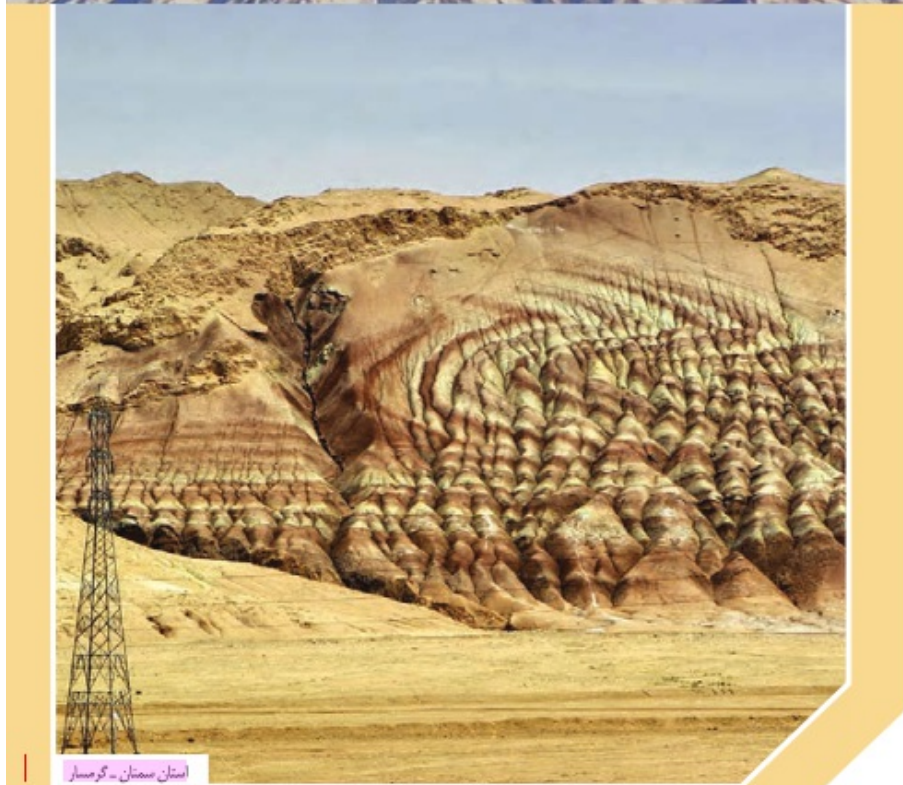
شکل ۱۴-۵. کانی کلسیت (CaCO₃)

عناصر کلسیم و منیزیم: کلسیم فراوان‌ترین فلز در بدن انسان و تشکیل‌دهنده اصلی استخوان‌ها و دندان‌ها است. این عنصر در انجام فعالیت‌های عصبی و عضلانی بدن مؤثر است. منیزیم در فعال‌سازی آمینواسیدها، انتقال عصبی و ایمنی بدن نقش مهمی دارد. فشار خون بالا و بی‌نظمی ضربان قلب از عوارض کمبود منیزیم در بدن است. از مدت‌ها پیش مشخص شده است که وجود عناصر کلسیم و منیزیم باعث سختی آب آشامیدنی می‌شود. میزان سختی آب در مناطق مختلف متفاوت بوده و با زمین‌شناسی هر منطقه مرتبط است. مصرف زیاد کلسیم باعث تولید سنگ کلیه می‌شود.



شکل ۱۵-۵. کانی منیزیت (MgCO₃)

عنصر ید: ید یکی از عناصر اساسی و جزئی مورد نیاز بدن انسان است. مقدار زیاد آن سمی و کمبودش مشکلاتی را به وجود می‌آورد. ید به صورت پدید فلزات در آب دریا وجود دارد و مقدار زیادی از آن به وسیله جلبک‌های دریایی جذب می‌شود. در سده نوزدهم، بیماری گواتر در نیمه شمالی آمریکا بسیار رایج بود و این منطقه، کمربند گواتر نامیده می‌شد. پژوهش‌ها نشان داد که کمبود ید در خاک این منطقه و گیاهان و محصولات دامی آن باعث این بیماری شده است و هنگامی که ید به رژیم غذایی مردم این منطقه اضافه شد، بیماری گواتر کاهش یافت. دلیل زمین‌شناختی رواج بیماری گواتر این است که در بخش شمالی آمریکا پس از عصر یخبندان با آب شدن یخ‌ها، حجم زیادی آب در خاک نفوذ کرد و نمک‌های بسیار انحلال‌پذیر ید را با خود شست و خاک‌های فقیر از ید را برجای گذاشت. کمبود ید در مناطق مختلف جهان به خصوص مناطق کوهستانی دور از دریا و مناطق گرم و پرباران استوایی که



استان کرمان - گومسار

فرسایش و بارندگی شدید، خاک را از بد فقیر می کند، بسیار شایع است. کمبود شدید این عنصر کرتی نیسم را به وجود می آورد که نتیجه آن توقف کامل رشد جسمی و ذهنی همراه با سوء تغذیه می باشد.

غبارهای زمین زاد: پدیده ریزگرد از مهم ترین چالش های زمین شناسی دهه های اخیر می باشد. غباری که هر روز در حیاط خانه ما فرو می ریزد، ممکن است از هزاران کیلومتر دورتر منشأ گرفته باشد. گرد و غبار یا ریزگرد به ذرات بسیار کوچک و سبک، رس، سیلت و ماسه اطلاق می شود که در اثر فرسایش بادی و گسترش بیابان زایی توسط باد تا مسافت های بسیار طولانی انتقال می یابد. به زمین ها یا بپهنه های خشک و مستعد فرسایش بادی کانون گردوغبار گفته می شود.

اثرات توفان های گرد و غبار و ریزگردها

- کاهش میزان انرژی دریافتی از خورشید (غبارها گرما را بازتاب و زمین را سرد می کنند)
- انتقال باکتری های بیماری زا به مناطق پر جمعیت
- افت کیفیت هوا
- انتقال مواد سمی
- فراهم کردن مواد مغذی اساسی برای جنگل های بارانی مناطق گرمسیری
- هسته های رشد قطرات باران



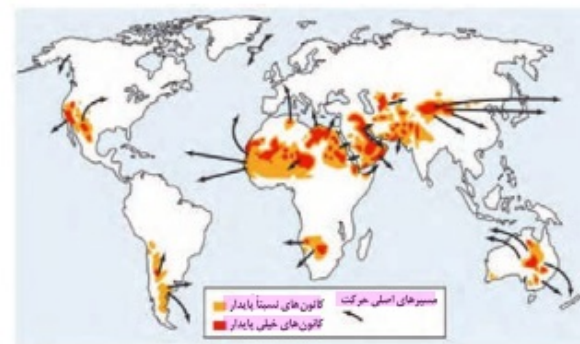
شکل ۱۶. توفان گردوغبار

این توفان ها باعث اختلال در زندگی روزمره شده و اثرات مخرب زیست محیطی و اقتصادی زیادی را بر جوامع بشری می گذارد رسوب گردوغبار با تأثیر بر فتوسنتز باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی می شود.

ریزگردها می توانند به عنوان هسته های اولیه باران و برف برای تجمع بخار آب عمل کنند. بررسی ها نشان می دهد که بین مقدار باران و مه و مقدار ریزگردها رابطه مستقیم وجود دارد. شناخت این پدیده و راهکارهای مقابله با آن از مباحث نوین در رسوب شناسی محیطی است.

زمین شناسان در مطالعات خود، نوع کانی های تشکیل دهنده و ترکیب ژئوشیمیایی ریزگردها و غبارها را بررسی می کنند. آنها طی این بررسی ها، سرچشمه ریزگردها را با روش های متعددی همچون تکنیک دورسنجی و ماهواره ای، ردیابی رسوب و یا تلفیقی از این روش ها بررسی و نحوه انتقال آنها تا فواصل دور را مطالعه می کنند تا بتوانند پیامدهای حاصل از استنشاق غبارها بر سلامت انسان را پیش بینی و راهکارهایی برای کاهش اثرات آنها پیدا کنند. ذرات بسیار ریز غبار با ورود به ریه، باعث بیماری های ریوی می شوند. هرچه غلظت این

غبارها، بیشتر باشد، نرخ بیماری های مزمن دستگاه تنفسی و مرگ و میر مرتبط با آن افزایش می یابد.



شکل ۱۷. نقشه کانون های اصلی گردوغبار و مسیر حرکت آنها

۶

فصل

پویایی زمین

با آنکه خداوند، زمین را محیطی آرام برای زندگی انسان و سایر جانداران مهیا نموده است، اما درون این سیاره، فعال و پر جنب و جوش است که باعث حرکت ورقه‌های سنگ‌کره شده است. جابه‌جایی ورقه‌های سنگ‌کره، سبب پیدایش پدیده‌های طبیعی مانند شکستگی، زمین‌لرزه، چین‌خوردگی، فوران آتشفشان و... می‌شود.



پیوند با پزشکی



- بیماری سیلیکوزیس که حاصل استنشاق گرد و غبار دارای ذرات سیلیس است، در سده بیستم برای نخستین بار در بادیه نشینان صحرای آفریقا شناسایی شد.
- این بیماری یک بیماری شغلی است که بر اثر تنفس طولانی مدت غبارهای سیلیس در کارگران استخراج معدن، برش سنگ، صنایع ساینده از قبیل کارخانه‌های سازنده سیمان و شیشه ایجاد می‌شود.



آتشفشان‌ها: فعالیت‌های آتشفشانی، فلزها و عناصر دیگر را از اعماق زمین به سطح می‌آورند. برای مثال بر اثر فوران آتشفشان انفجاری پیناتوبو فیلیپین در سال ۱۹۹۱ میلیون‌ها تن خاکستر وارد اتمسفر و بر روی منطقه‌ای به وسعت هزاران کیلومتر مربع پخش شد که بیشتر عناصر طبیعی جدول تناوبی بود. آتشفشان‌ها، افزون بر عناصر اساسی، عناصر دیگری مانند آرسنیک، برلیوم، کادمیوم، جیوه، سرب، رادون و اورانیوم را هم وارد محیط می‌کنند که در شرایط خاص، خطرناک هستند.

شکل ۵-۱۸. در طی دو روز، ۱۰ میلیارد تن ماکما و ۲۰ میلیون تن گوگردی اکسید از آتشفشان فعال پیناتوبو در سال ۱۹۹۱ م، خارج شد و شرایط آب و هوایی کره زمین را در طی سه سال تحت تأثیر قرار داد.

بیشتر بدانید

• اثر خاک‌های آلوده به فلزات سنگین بر گیاهان دارویی

بررسی‌های سازمان بهداشت جهانی نشان داده است، در سال‌های اخیر استفاده از داروهای گیاهی به‌طور چشمگیری در سراسر جهان افزایش یافته است. با توجه به اینکه راه ورود برخی از عناصر به بدن از طریق گیاهان می‌باشد، آلودگی محیط رشد گیاهان دارویی به فلزات سنگین ممکن است باعث تغییرات قابل توجه در کمیت و کیفیت آنها شده و از این طریق وارد بدن گردند. تحقیقات مختلف نشان داده است، غلظت فلزات سنگین در گیاهان دارویی به محیط رشد آنها، نوع گونه گیاهی، شرایط خشک کردن، ذخیره‌سازی، حمل و نقل و فراوری آنها بستگی دارد. سازمان بهداشت جهانی حداکثر مقدار مجاز کادمیوم، آرسنیک و سرب برای گیاهان دارویی را به ترتیب ۱/۳، ۱۰ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام کرده و تا به امروز محدودیت خاصی برای عناصر دیگر مانند مس، روی، منگنز، مولیبدن و نیکل اعمال نکرده است. با توجه به عدم نظارت و نبود مقررات ملی برای جمع‌آوری گیاهان وحشی (طبیعی) و احتمال جمع‌آوری از مکان‌های آلوده به فلزات سنگین در ایران، ممکن است در مواردی این عناصر در گیاهان دارویی انباشته شوند.



شکستگی‌ها


شکستگی‌های پوسته زمین، یکی از نشانه‌های پویایی زمین است. مطالعه آنها در هنگام ساخت جاده‌ها، سد‌ها، تونل‌ها و سایر سازه‌های مهندسی اهمیت زیادی دارد. افزون بر آن، در تجمع آب‌های زیرزمینی و ذخایر نفت و گاز و تشکیل کانسنگ‌های گرمایی حائز اهمیت می‌باشد.

یادآوری

• در کتاب‌های درسی علوم تجربی آموختید که شکستگی‌ها، به دو دسته درزه و گسل تقسیم می‌شوند. تفاوت و تشابه درزه و گسل را بیان کنید.




سطح گسل، شکستگی و جابه‌جایی در آن اتفاق افتاده است. اگر سطح گسل مایل باشد به طیفات روی سطح گسل، فرود دیواره و به طیفات زیر سطح گسل، فرود دیواره می‌گویند.



یادآوری

- در کتاب علوم پایه هشتم با کانی آزیست و تأثیر آن بر سلامت انسان آشنا شدید. در مورد استفاده از آزیست (پنبه‌سوز*) در ساخت وسایل مختلفی مانند لنت ترمز و... و اثرات آن، مطالبی جمع‌آوری و در کلاس بحث کنید.




خود را بیمار ما ببید

• علت ایجاد هر یک از بیماری‌های مشخص شده در تصویر زیر چیست؟




فلورسیس دندان‌ها



اسهیب مغزی



بیماری تنگی‌ها



شایع شدن پوست




سنگ کلیه



بزرگ شدن قلب



کوتاهی قد



تغییر شکل استخوان

کاربرد کانی‌ها در داروسازی و صنایع بهداشتی

کانی‌ها، استفاده‌های گسترده‌ای در داروسازی و صنایع بهداشتی دارند. روکش قرص‌ها و پودر بیچه که از کانی تالک تشکیل شده، آشناترین مثال استفاده از کانی‌ها در این صنایع است. در آنتی بیوتیک‌ها و قرص‌های مسکن از کانی‌های مختلف، به ویژه انواع رس‌ها استفاده می‌شود. در خمیردندان‌ها کانی فلوروئوریت و در صنایع آرایشی، کرم‌های ضدآفتاب، تالک، میکا و رس‌ها کاربرد دارند. پودر باریت به صورت سوسپانسیون خوراکی در پرتونگاری استفاده می‌شود. این ماده ضمن عبور از دستگاه گوارش میزان جذب پرتو ایکس را افزایش می‌دهد و به این ترتیب شکل و ساختمان دستگاه گوارش آشکار می‌شود. نمک درمانی هم اخیراً برای بعضی بیماری‌های پوستی و تیروئید رایج شده است.

• مصوب فرهنگستان

آ- پنبه کوهی یا پنبه‌سوز شامل هر نوع کانی رشته‌ای یا سوزنی شکل است که طول الیاف آن بیش از سه برابر قطر آن باشد.

جدول ۶-۱. انواع گسل و ویژگی های آن

نوع گسل	ویژگی	نوع تنش	شکل
عادی	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت پایین یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت بالا حرکت کرده است.	کششی	
معکوس	۱- سطح گسل مایل است. ۲- فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده است.	فشاری	
امتداد لغز	۱- لغزش سنگ ها در امتداد سطح گسل است. ۲- حرکت قطعات شکسته شده در امتداد افق است.	برشی	

فکر کنید

• در هر یک از گسل های زیر، نوع گسل را مشخص کنید.



(ب)



(الف)



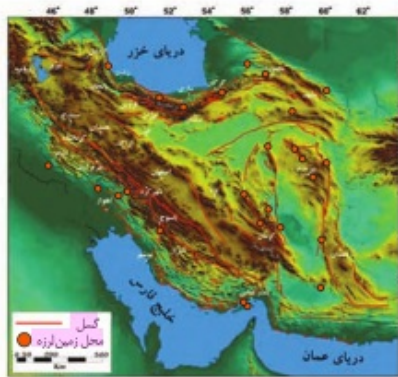
(پ)

**علم،
زندگی،
کار آفرینی**

• زمین شناسی زیست محیطی: شاخه ای از علم زمین شناسی است که با استفاده از اصول زمین شناسی، به حل مسائل زیست محیطی می پردازد. بهره برداری بیش از اندازه از منابع و معادن، فرسایش خاک، افزایش روزافزون پسماندها، فاضلاب ها و مواد شیمیایی موجب آلودگی بخش های مختلف زمین از جمله آب، هوا و خاک شده است. زمین شناسان زیست محیطی به مطالعه شیوه های انتقال و رفع آلاینده ها از محیط زیست می پردازند.



• زمین شناسی پزشکی: منشأ همه عناصر از زمین است که می تواند از طریق خاک، آب آلوده و زنجیره های غذایی وارد بدن انسان و سایر جانداران گردد و آنها را بیمار نماید. برخی عناصر، برای بدن انسان و دیگر موجودات ضروری هستند. آهن در هموگلوبین، فسفر و کلسیم در ساختار دندان و استخوان، نقش اساسی دارد، اما برخی ترکیب ها مانند نیترات ها و عناصری مانند جیوه، آرسنیک، سرب، کادمیم و ... برای سلامت انسان مضر هستند. در مراکز مرتبط با معادن و منابع آب و کشاورزی، وجود متخصص زمین شناسی پزشکی ضروری به نظر می رسد.



شکل ۱- نقشه خطر زمین لرزه در بخش های مختلف ایران. چه ارتباطی بین زمین لرزه ها با گسل ها دیده می شود؟

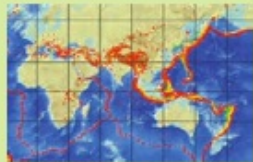
زمین لرزه

زمین لرزه، نشانه آشکاری از پویایی زمین و بخشی از نظام آفرینش این سیاره است. در هر زمین لرزه، مقدار انرژی انباشته شده در سنگ ها، به طور ناگهانی آزاد می شود و به صورت امواج لرزه ای به اطراف حرکت می کند. نگاهی به نقشه پراکندگی زمین لرزه ها نشان می دهد که توزیع آنها، در همه جا یکسان نیست.

علت اصلی زمین لرزه، حرکت ورقه های سنگ کره است. سنگ های سازنده سنگ کره در مقابل نیروی وارده، رفتار الاستیک از خود نشان می دهند. چنانچه تنش از مقاومت سنگ فراتر رود، سنگ ها دچار شکستگی شده و انرژی زمین لرزه از محل شکستگی به صورت امواج لرزه ای، آزاد می شود. در هر زمین لرزه، از گروه لرزه ها صحبت می شود که شامل پیش لرزه، لرزه اصلی و پس لرزه است. زمین لرزه، معمولاً کمتر از یک دقیقه طول می کشد.

بسیاری از مناطق مسکونی، در معرض خطر زمین لرزه قرار دارند. آیا می دانید که با وقوع زمین لرزه، چه حوادثی در سطح محلی و ملی رخ می دهد؟

کشور ایران با قرار گرفتن در کمربند لرزه خیز آلپ - هیمالیا، تقریباً هر روز شاهد وقوع زمین لرزه در مناطق مختلف می باشد. بسیاری از مناطق مسکونی ایران، بارها توسط زمین لرزه ویران شده اند.



• با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر روبه رو در مورد پراکندگی جغرافیایی زمین لرزه های جهان، به پرسش های زیر پاسخ دهید:

۱- محدوده کمربند لرزه خیز آلپ - هیمالیا را مشخص کنید.

۲- در پایه نهم با ورقه های سنگ کره آشنا شدید. دو تصویر روبه رو را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

با هم

بیندیشید



دریاچه پشت سد کارون - ۳

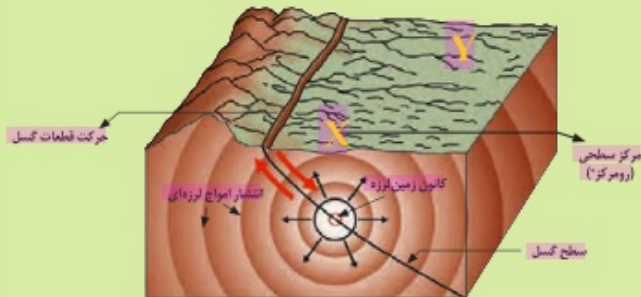
گفت و گو کنید

- کدام یک از فعالیت‌های انسانی زیر می‌تواند باعث وقوع زمین لرزه شود؟
- انفجار معدن - تخلیه ناگهانی آب پشت سد - شخم زدن زمین - انفجارهای اتمی - آتش سوزی جنگل‌ها

کانون زمین لرزه: محلی درون زمین است که انرژی ذخیره شده از آنجا آزاد می‌شود. **مرکز سطحی زمین لرزه:** نقطه‌ای در سطح زمین است که در بالای کانون زمین لرزه قرار دارد. این مرکز، کمترین فاصله را از کانون زمین لرزه دارد.

یادآوری

- طرح سه بعدی زیر، برخی از مشخصات محل وقوع زمین لرزه را نشان می‌دهد. با استفاده از اطلاعات موجود در تصویر، میزان خسارت احتمالی در دو نقطه X و Y را مقایسه کنید.



امواج لرزه‌ای

امواج درونی: این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد می‌شوند و در داخل زمین منتشر می‌گردند و شامل امواج P و S می‌باشند. **موج P (اولیه، طولی):** موج P، بیشترین سرعت را دارد به همین دلیل، اولین موجی است که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می‌شود. این موج، از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرد، سرعت امواج در محیط‌های مختلف، متفاوت است. هر چه تراکم سنگ‌ها بیشتر باشد، امواج سریع‌تر حرکت می‌کنند.

۱. Hypocenter

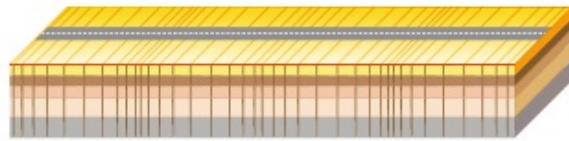
۲. Epicenter



زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی

سازه‌های مهندسی، به سازه‌هایی گفته می‌شود که توسط انسان‌ها، با گذشت زمان و با پیشرفت بشر، برای راحتی زندگی‌شان بر روی زمین یا درون زمین ساخته می‌شوند. این سازه‌ها می‌تواند شامل سدها، تونل‌ها، آسمان‌خراش‌ها، پل‌ها، موج‌شکن‌ها و غیره باشد. این سازه‌ها صرف‌نظر از اینکه در سطح یا درون زمین احداث می‌شوند، به‌طور دائم از زمین و محیط اطراف آن تأثیر می‌پذیرند؛ بنابراین شناخت مناسب و دقیق زمین‌شناسی محل احداث این سازه‌ها، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد؛ به‌طوری‌که در زمان‌های بسیار قدیم، انسان‌ها با توجه به شناسایی دقیق محل سازه‌ها، توانسته‌اند سازه‌هایی بنا کنند که هنوز پابرجاست. از نمونه‌های آن می‌توان به ستون‌های تخت جمشید، بنای چغازنبیل، اهرام مصر و دیوار چین اشاره نمود.



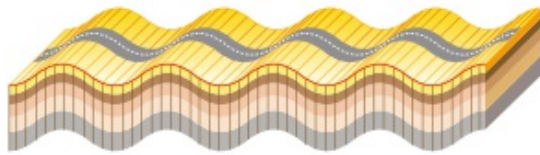


شکل ۶-۲ نحوه حرکت موج طولی P



(الف) امواج طولی (P)

موج S (ثانویه، عرضی): این موج بعد از موج P، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شوند. این موج، فقط از محیط‌های جامد عبور می‌کند.

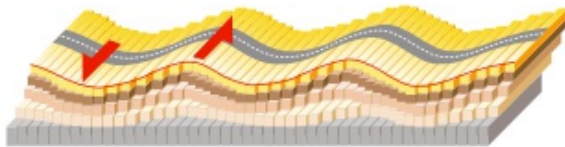


شکل ۶-۳ نحوه حرکت موج S



(ب) امواج عرضی (S)

امواج سطحی: این امواج در کانون تولید نمی‌شوند؛ بلکه از برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند. متداول‌ترین آنها امواج لای (L) و ریلی (R) هستند. موج L، موجی است که پس از موج S، توسط لرزه نگارها ثبت می‌شود.

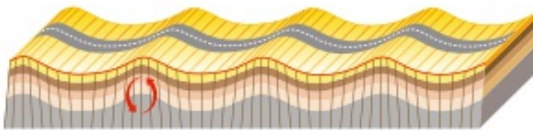


شکل ۶-۴ نحوه حرکت موج سطحی L

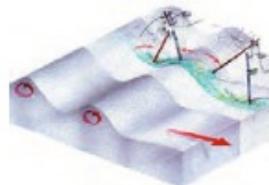


(ج) امواج لای (L)

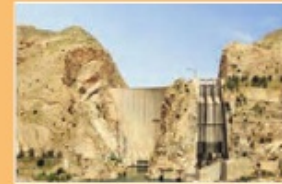
موج R: مانند حرکت امواج دریا ذرات را در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آورد. البته در موج ریلی، جهت حرکت دایره‌ای مخالف جهت حرکت امواج دریاست. عمق نفوذ و تأثیر امواج ریلی مثل امواج دریا محدود است و از سطح به عمق کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۶-۵ نحوه حرکت موج سطحی R



(د) امواج ریلی (R)



سد بیتی (سد شهید عباسپور - مسجد سلیمان)



تونل انتقال آب (تونل کانی سیب - پیرانشهر)



پل لالی (مسجد سلیمان، استان خوزستان)



موج شکن (چابهار)

مکان‌یابی سازه‌ها

در عصر شکوفایی دانش و تکنولوژی، هر روز که می‌گذرد ساختمان‌های مرتفع‌تر، سدهای عظیم‌تر یا تونل‌هایی در اعماق بیشتر احداث می‌شوند و اهمیت مطالعه پایداری زمین هرچه بیشتر آشکار می‌گردد. برای این پیشرفت نمی‌توان حد و مرزی در نظر گرفت. تنها عامل بازدارنده در اغلب موارد، نبود زمین مناسب است که بتواند به‌طور طبیعی وزن ناشی از سازه‌ها را تحمل نماید. احداث سازه بر روی زمین‌های نامناسب نظیر زمین‌های باتلاقی، سست، کارستی و غیره می‌تواند با مشکلات متعددی نظیر نشست نامتقارن پی سازه، ریزش و در نهایت تخریب سازه همراه شود (شکل‌های ۶-۱ و ۶-۲). بنابراین یکی از وظایف مهم زمین‌شناسان، شناسایی وضعیت زمین و سنگ بستر سازه‌ها و فرایندهای مخرب در اطراف آن می‌باشد. در صورت تشخیص وجود مخاطرات زمین‌شناسی که باعث آسیب‌رسانی به سازه می‌شود، زمین‌شناس باید راهکارهای مناسب جهت مقابله و کاهش آسیب‌های احتمالی به سازه‌ها و تأسیسات مهندسی، ارائه نماید.



شکل ۶-۳ حفرت کارستی بزرگ ایجاد شده در مناطق شهری



شکل ۶-۴ نشست نامتقارن پی در برج پیزا

نحوه به دست آوردن اطلاعات زمین شناسی

وجود زمین‌هایی با شرایط متفاوت از نظر زمین‌شناسی و پایین بودن مقاومت سنگ‌ها و خاک‌ها در محل احداث سازه‌های مهندسی نظیر سدها، فضا‌های زیرزمینی، پل‌ها و ساختمان‌های بلندمرتبه می‌تواند در طراحی و اجرای این سازه‌ها مشکلات زیادی را به وجود آورد. زمین‌های هوازده، گسل خورده، سست و ریزشی و اشباع، نمونه‌هایی از مکان‌های نامناسب برای احداث سازه می‌باشند. به همین دلیل ضروری است که در ارتباط با طراحی و اجرای سازه‌های مهندسی، زمین‌شناسان مواردی مثل مطالعه دقیق شرایط زمین‌شناسی محل، انطباق هرچه بهتر طرح و اجرای پروژه با شرایط طبیعی و کنترل حرکات زمین در زمان احداث و در دوران بهره‌برداری سازه‌ها را مورد بررسی و توجه قرار دهند.

از این رو زمین‌شناس مهندس یکی از کارشناسان مهم در پروژه‌های عمرانی در زمان مطالعات و زمان اجرای آنها خواهد بود. برای به دست آوردن اطلاعات لازم در پروژه‌های مهندسی نیاز به شناسایی سطحی و گاهی زیرسطحی زمین ضروری است.

برای شناسایی سطحی، با توجه به بازدیدهای صحرایی از محل احداث پروژه، اطلاعات زمین‌شناسی از محل توسط زمین‌شناس انجام شده و نقشه زمین‌شناسی از منطقه ترسیم می‌گردد.

گاهی با توجه به کمبود اطلاعات در مرحله شناسایی سطحی، لازم است مطالعات زیرسطحی نیز انجام شود. بررسی‌های زیرسطحی به دو روش مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌گیرد.

در روش مستقیم، علاوه بر مطالعات صحرایی می‌توان توسط حفز گمانه‌ها و چاهک‌های اکتشافی لایه‌های خاک و سنگ در اعماق مختلف شناسایی شود (شکل‌های ۶-۳ تا ۶-۸). برای به دست آوردن ویژگی‌هایی مانند مقاومت سنگ‌ها، لازم است بررسی‌هایی بر روی نمونه‌های به دست آمده در آزمایشگاه تخصصی انجام شود.

در روش غیرمستقیم بدون نمونه‌گیری از درون زمین، با استفاده از تجهیزات و ابزار ژئوفیزیکی مطالعات زمین‌شناسی مهندسی انجام می‌شود.



شکل ۶-۴ حفز مغزه‌گیری توسط گمانه‌های اکتشافی



شکل ۶-۳ حفز گمانه اکتشافی توسط دستگاه حفاری

مقیاس اندازه‌گیری زمین لرزه

برای توصیف و اندازه‌گیری زمین لرزه از دو مقیاس شدت و بزرگی استفاده می‌شود.

شدت زمین لرزه: این مقیاس بر اساس میزان خرابی‌ها در زمین لرزه بیان می‌شود. در واقع شدت زمین لرزه، یک مقیاس مشاهده‌ای و توصیفی است که بدون استفاده از دستگاه و ابزار اندازه‌گیری، به توصیف میزان خرابی‌های ناشی از زمین لرزه می‌پردازد. با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه شدت زمین لرزه کاهش می‌یابد. هر کالی، شدت زمین لرزه را در مقیاس کم با عدد ۱ و در مقیاس ۱۲ ویرانی کامل، توصیف کرده است.

جدول مرقالی توصیفی	بیشتر بدانید
I. احساس نمی‌شود احساس نمی‌شود، مگر در شرایط ویژه. تنها توسط دستگاه‌های لرزه‌نگار قابل ثبت است.	
II. ضعیف توسط افراد در حال استراحت و در طبقات بالای ساختمان‌ها حس می‌شود. برخی از اشیای آویزان ممکن است نوسان کنند.	
III. ضعیف در فضای باز و در طبقات بالایی ساختمان‌ها کاملاً قابل احساس است. مردم آن را به صورت زمین لرزه شناسایی نمی‌کنند. ارتعاش مانند عبور کامیون است. مدت زمان لرزش قابل تخمین است.	
IV. ملایم در طی روز در فضای بسته توسط افراد زیادی حس می‌شود و در فضای باز عدد معنوسی حس می‌کنند. در شب عده‌ای را از خواب بیدار می‌کند. بشقاب‌ها، پنجره‌ها و درب‌ها تکان خورده و صدا می‌کنند. در ماشین‌های ایستاده ارتعاش قابل درک است.	
V. متوسط زمین لرزه توسط هر فردی قابل احساس است. بسیاری از خواب بیدار می‌شوند. برخی از پنجره‌ها، بشقاب‌ها و غیره شکسته می‌شوند. گچ کاری ساختمان‌ها ترک می‌خورند. اشیای ناپایدار، واژگون می‌گردند. سر و صدای درختان و سایر اشیای مرتفع شنیده می‌شود و آونگ ساعت‌ها متوقف می‌گردند. درب‌ها باز و بسته می‌شوند و امتداد حرکت زمین لرزه قابل درک است.	
VI. قابل توجه زمین لرزه توسط بسیاری از افراد حس می‌شود و بسیاری از مردم وحشت زده به فضای باز پناه می‌آورند. اشیای سنگین جابه‌جا می‌شوند و قطعات از گچ کاری کنده می‌شود. دودکش‌ها فرو می‌ریزند و خسارات جزئی به بار می‌آید. افراد به حالت نامتعادل قدم می‌زنند یا می‌ایستند. پنجره‌ها، درب‌ها و بشقاب‌ها شکسته می‌شوند. ساختمان‌های خنثی و ضعیف ترک برمی‌دارند. زنگ‌های کوچک به صدا درمی‌آیند.	
VII. قوی مردم وحشت‌زده به فضای باز فرار می‌کنند. خسارات بسیار کمی در ساختمان‌هایی که خوب طراحی و ساخته شده‌اند وارد می‌شود. به ساختمان‌های متوسط و معمولی خسارات جزئی و متوسط وارد می‌گردد. خسارات قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌های ضعیف و بد طراحی شده وارد می‌شود. آجرهای سست، لقی می‌شوند. ایستادن مشکل می‌شود و آتاقه شکسته می‌شوند. زنگ‌های بزرگ به صدا درمی‌آیند. زهکنی‌های سیمانی آبرسانی خسارت می‌بینند. لغزش‌های کوچک اتفاق می‌افتد.	
VIII. شدید خسارت در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، بسیار جزئی است و در ساختمان‌های ضعیف بسیار شدید است. دیوارهای چنانکه به خارج از قاب ساختمان برتاب می‌شوند، دودکش‌ها، ستون‌ها، دیوارها و دودکش‌های کارخانه‌ها و سنگ‌های یادبود سقوط می‌کنند. اشیای سنگین واژگون می‌گردند. تغییراتی در سطح آب چاه‌ها ایجاد می‌شود. ماسه و گل به مقدار کم بیرون زده می‌شوند. رانندگی مشکل می‌گردد. ترک‌هایی در زمین‌های مرطوب و شیب‌های ملایم ایجاد می‌شود. تغییراتی در آب و درجه حرارت چشمه‌ها و چاه‌ها ایجاد می‌شود. خنده‌های اسکلت‌دار بر روی سطح پی حرکت می‌کنند. شاخه‌های درختان شکسته می‌شوند.	
IX خسارت قابل ملاحظه‌ای در ساختمان‌هایی که طراحی ویژه شده‌اند، ایجاد می‌شود. ساختمان‌های اسکلتی خوب طراحی شده گچ می‌شوند. ساختمان بر روی پی تغییر مکان می‌دهد. ترک‌هایی آشکار در زمین ایجاد می‌گردد. خطوط لوله زیرزمینی شکسته می‌شوند. وحشت عمومی بر مردم غالب می‌شود. به ساختمان‌های ضعیف خسارات سنگین وارد می‌شود و حتی ممکن است کاملاً فرو بریزند. در مناطق آبرفتی ماسه و گل بیرون می‌آیند.	
X سازه‌های چوبی خوب ساخته شده ویران می‌شوند. بسیاری از سازه‌های اسکلت‌دار بتنی به همراه پی ویران می‌شوند. در زمین ترک‌های بزرگی ایجاد می‌گردد. خطوط راه‌آهن گچ می‌شوند. زمین لغزش‌های قابل ملاحظه‌ای در کنار رودخانه‌ها و شیب‌های ملایم اتفاق می‌افتد. خسارات جدی به سدها و مخازن وارد می‌گردد. در زمین، لغزش‌های بزرگ اتفاق می‌افتد و آب از مخازن و کانال‌ها و رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و غیره بیرون ریخته می‌شود.	
XI تعداد کمی از ساختمان‌ها استوار باقی می‌مانند. پل‌ها ویران می‌گردند. خطوط لوله زیرزمینی کاملاً غیرقابل استفاده می‌شوند. خطوط راه‌آهن به شدت گچ می‌شوند. زمین باتلاقی می‌شود. لغزش‌هایی در زمین‌های نرم ایجاد می‌شود.	
XII ویرانی کامل، امواج بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند. اشیاء به هوا برتاب می‌شوند و سنگ‌های بزرگ جابه‌جا می‌شوند.	

فکر کنید

• چه ایرادی به مقیاس شدت زمین لرزه وارد است؟

بزرگی زمین لرزه: بزرگی (بزرگا) زمین لرزه، براساس مقدار انرژی آزاد شده از زمین لرزه محاسبه می شود. هرچه انرژی آزاد شده، زیادتر باشد ارتعاشات ناشی از آن، شدیدتر و دامنه نوسانات امواج آن زمین لرزه، بزرگتر خواهد بود. بزرگی زمین لرزه را به کمک اطلاعات لرزه نگاره، تعیین می کنند. واحد اندازه گیری بزرگی، ریشتر است. ریشتر، لگاریتم بزرگترین دامنه موجی است که در فاصله یک صد کیلومتری از مرکز یک زمین لرزه، توسط لرزه نگار استاندارد ثبت شده باشد.

به ازای هر یک واحد بزرگی، دامنه امواج ۱۰ برابر و مقدار انرژی ۳۱/۶ برابر افزایش می یابد. بزرگی زمین لرزه در تمام نقاط زمین یکسان است، اما شدت آن با دور شدن از مرکز سطحی زمین لرزه کاهش می یابد.



۱۹۸۵-۱۹۰۰ میلادی

دانشمندان علوم زمین

• چارلز ریشتر ژئوفیزیکدان، با ارائه گزارش مطالعه زمین لرزه های کم عمق و عمیق که در سال ۱۹۲۸ به چاپ رسید، مقیاس خود را ابداع کرد و بعد از تکمیل این مقیاس با همکاری گوتنبرگ که با هم در مؤسسه تکنولوژی کالیفرنیا کار می کردند، اولین بار در سال ۱۹۳۵ از آن برای بیان بزرگی زمین لرزه استفاده کرد.

پیوند یا ریاضی

• مقدار انرژی آزاد شده و دامنه امواج زمین لرزه ای با بزرگی ۶ ریشتر، چند برابر زمین لرزه ای با بزرگی ۴ ریشتر است؟

فکر کنید

• بزرگی و شدت زمین لرزه بیم را در شهرهای بیم و تهران با هم مقایسه کنید.

پیش بینی زمین لرزه

از گذشته تاکنون، بشر همواره به دنبال پیش بینی زمان وقوع حوادث طبیعی مانند زمین لرزه بوده است. از میلیون ها زمین لرزه کوچک و بزرگ که تاکنون رخ داده است، فقط تعداد انگشت شماری از آنها، قبل از وقوع، پیش بینی شده اند. علی رغم پیشرفت های وسیع ایجاد شده در دهه های اخیر، درباره فناوری های مختلف و علم لرزه شناسی، هنوز دانشمندان در زمینه روش های علمی قابل اعتماد برای پیش بینی زمان دقیق وقوع زمین لرزه به نتیجه نرسیده اند. البته زمین شناسان محل های لرزه خیز کره زمین را شناسایی کرده اند.

به برخی از علائم و نشانه ها که بتوان با استفاده از آنها وقوع زمین لرزه را پیش بینی کرد «پیش نشانهگر» گفته می شود. برخی از این نشانه ها عبارتند از:



تعدادی از آزمایشگاه های مختلف آزمایشگاهی



تعدادی از ابزار مورد استفاده در حفاری های اکتشافی



تعدادی از نمونه های از تجهیزات لازم جهت مطالعات ژئوفیزیکی



تعدادی از تجهیزات سنجاری

جمع آوری اطلاعات

• انواع روش های مطالعات ژئوفیزیکی را مشخص کرده و سپس کاربرد آنها در پروژه های مختلف را مشخص نمایید.

عوامل مؤثر بر مکان یابی سازه ها

قبل از اجرای پروژه های عمرانی مانند سد، نیروگاه، تونل، بزرگراه، پل، مجتمع های تجاری و مسکونی و برج ها که سازه های مهندسی نامیده می شوند، انجام مطالعات زمین شناسی سنگ بستر آنها، ضروری است. در این مطالعات، ناهمواری های سطح زمین، مقاومت سنگ ها، گسل های منطقه، انحلال پذیری و نفوذپذیری سنگ ها، پایداری دامنه ها در برابر ریزش و جنس مصالح مورد نیاز برای ساخت سازه مورد بررسی قرار می گیرد.

یکی از عوامل مهم در مکان یابی ساختمان سازه ها، مقاومت زمین پستی آنها در برابر نیروهای وارده است؛ به عنوان مثال، پشت یک سد، فشار زیادی از طرف آب به لایه های زیرین، تکیه گاه و همچنین بدنه سد، وارد می شود. سد نیز، وزن زیادی دارد که گاه به چندین میلیون تن می رسد؛ بنابراین سنگ های پستی سد، باید در برابر تنش های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشوند.

مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش ها که سنگ می تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند. هر چه مقاومت سنگ، در مقابل این تنش ها، کمتر باشد، سنگ ناپایدارتر است و سطوح شکست بیشتری در آن ایجاد می شود. از این رو شکستگی سنگ ها و ایجاد درزه ها، باعث ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه ها می شود.

مقاومت انواع سنگ ها در برابر تنش وارده، متفاوت است. سنگ های آذرین نظیر بازالت ها و گرانیت ها در صورتی که هوازه نشده باشند، مقاومت بسیار زیادی دارند. احداث سازه ها می تواند در این سنگ ها مناسب باشد. به طور مثال، پی سد امیرکبیر از جنس سنگ گابرو می باشد.

- ۱- تغییرات گاز رادون در آب های زیرزمینی
- ۲- ایجاد تغییر در سطح تراز آب زیرزمینی
- ۳- پیش لرزه
- ۴- ناهنجاری در رفتار حیوانات
- ۵- ابر زمین لرزه

جمع آوری اطلاعات

• وقوع زمین لرزه چه فوایدی دارد؟
در باره فواید زمین لرزه، اطلاعات جمع آوری و در کلاس ارائه دهید.

ایمنی در برابر زمین لرزه

قبل از وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

- ۱- امکان خطر آتش سوزی، از طریق سیم های برق فرسوده، نشی لوله های گاز و وسایل گازسوز را بررسی کنید.
- ۲- محل فیوز برق و شیر اصلی گاز و آب را به خاطر بسپارید.
- ۳- وسایل شکستنی از قبیل ظروف شیشه ای و چینی، اشیاء و وسایل سنگین را در طبقات پایین قفسه ها بگذارید و قفسه ها را به دیوار متصل کنید.

۴- لامپ ها و لوسترهای سقفی را محکم کنید.

۵- محل های امن خانه، مدرسه یا محل کار خود را پیدا کنید.

۶- بسته وسایل کمک های اولیه و مواد غذایی خشک لازم و ایمنی همچون چراغ قوه را تهیه و در جای مناسب قرار دهید.

هنگام وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

- ۱- بیشتر آسیب دیدگی ها مربوط به رفت و آمد افراد در زمان وقوع زمین لرزه است. هر جا هستید، در همان جا پناه بگیرید.
- ۲- اگر داخل ساختمان هستید به زیر یک میز محکم، محل دارای سقف کم وسعت، یا کنار دیوارهای داخلی پناه بگیرید. از شیشه پنجره ها دور شوید. از شمع، کبریت و هر چه که شعله دارد استفاده نکنید.
- ۳- در بیرون از ساختمان، از پل ها، تیرها، سیم های برق، ساختمان ها و دیوارها دور شوید.
- ۴- اگر داخل اتومبیل هستید، از پل ها و ساختمان ها فاصله بگیرید و فوراً متوقف شوید.

بعد از وقوع زمین لرزه چه باید کرد؟

- ۱- مراقب پس لرزه ها باشید.
- ۲- رادیو را روشن کنید و به پیام ها و راهنمایی ها عمل کنید.
- ۳- ضمن مراقبت از سلامتی خود به افراد ناتوان و کودکان کمک کنید.
- ۴- اگر بوی گاز می آید، شیر اصلی گاز را ببندید و پنجره ها را باز کنید. نشت گاز را به مقامات مربوطه گزارش دهید.
- ۵- در صورت آسیب دیدگی سیم های برق، کنتور برق را قطع کنید.
- ۶- اگر لوله های آب، صدمه دیده اند، شیر اصلی آب را ببندید.
- ۷- داروها و مواد شیمیایی زیان آور پخش شده را فوراً جمع کنید.

سنگ های رسوبی نظیر شیل ها (به علت تورق و سست بودن)، سنگ های دارای رس مانند گل سنگ ها و سنگ های ماری (به علت افزایش حجم در مجاورت آب و تورم) و همچنین سنگ های تخییری مانند سنگ گچ و سنگ نمک (به علت انحلال پذیری)، استحکام لازم برای احداث سازه ها را ندارند.

فعالیت تکمیلی

• نوع سیمان اتصال دهنده ذرات در سنگ های آواری نظیر ماسه سنگ ها و کنگلومراها چگونه می تواند در مقاومت این سنگ ها تأثیر گذار باشد؟

سنگ های دگرگونی مانند کوارتزیت، هورنفلس و گنیس مقاومت بسیار بالایی دارند و می توانند برای احداث سازه های سنگین مورد استفاده قرار گیرند. برخی دیگر از سنگ های دگرگونی نظیر شیست ها به دلیل داشتن تورق، سست و ضعیف بوده و برای پی سازه ها مناسب نمی باشند. یکی دیگر از عوامل مؤثر در مکان یابی سازه ها، نفوذپذیری خاک ها و سنگ های محل احداث سازه ها می باشد. نفوذپذیری به توانایی انتقال مایعات از بین حفرات و درزه های سنگ، گفته می شود. در پروژه های مهندسی، با استفاده از حفر گمانه های اکتشافی می توان میزان نفوذپذیری سنگ و خاک را تعیین نمود.

نفوذپذیری در سنگ ها متأثر از وضعیت درزه ها، شکستگی ها و حفرات موجود در آنها است. در آبرفت ها هر چه خاک درشت دانه تر باشد، نفوذپذیری آن بیشتر خواهد بود. سنگ های کربناتی به سنگ های رسوبی گفته می شود که بیش از ۵۰ درصد آنها کانی های کربناتی مانند کلسیت ($CaCO_3$) و دولومیت ($CaMg(CO_3)_2$) باشد. این سنگ ها اغلب درزه دار هستند.

سنگ آهک ضخم لایه و فاقد حفرات انحلالی، پی و تکیه گاه خوبی برای احداث سازه های مهندسی می باشد. بخشی از سنگ های کربناته در معرض جریان آب های نفوذی و با گذشت زمان، حل شده و در آنها حفره هایی تشکیل می گردد که به این حفرات ایجاد شده، حفرات انحلالی کارستی گویند. پیشرفت عمل انحلال در این سنگ ها، ممکن است منجر به ایجاد حفره های انحلالی بزرگ و غارها شود؛ بنابراین سنگ های کربناته در صورت دارا بودن حفرات انحلالی برای حفر تونل ها و احداث سدها مناسب نیستند، زیرا مشکلات جدی از قبیل فرار آب یا نشست زمین را به همراه خواهند داشت (شکل ۹-۶).



ج) ایجاد غارهای کارستی



ب) تشکیل حفرات انحلالی



الف) توسعه درز و شکاف انحلالی در آهک

شکل ۹-۶- مراحل توسعه انحلال در سنگ های کربناته

انحلال پذیری سنگ های تخییری (سنگ گچ و سنگ نمک)، بیش از سنگ های آهکی است؛ بنابراین حفره ها و غارهای انحلالی در این سنگ ها، سریع تر از دیگر سنگ ها ایجاد می شود. اگر سد بر روی لایه هایی از سنگ گچ احداث شود طی مدت کوتاهی، حفرات انحلالی فراوانی درون سنگ ایجاد شده و باعث فرار آب از مخزن سد و همچنین ناپایداری بدنه سد می گردد. علاوه بر موضوعات مطرح شده، حتی وجود لایه های گچی و نمکی در محدوده مخزن و دریاچه سدها نیز مشکلاتی در کیفیت آب ایجاد خواهد کرد. انحلال این نوع سنگ ها، باعث افزایش املاح در آب پشت سدها و شوری آنها می شود.

مهم ترین علت های آسیب دیدگی از زمین لرزه

۱- فرو ریختن ساختمان، شیشه پنجره های شکسته و در حال افتادن و قطعات اثاثیه، زیرا ممکن است پس لرزه ها سبب فرو ریختن آنها شوند.

۲- خطرات آتش سوزی به علت شکستن لوله های گاز، اتصال سیم های برق به علت افتادن آنها بر روی زمین و بی آب ماندن به علت شکستن لوله های آب.

در ساختمان سازی باید به نکات زیر توجه کرد:



۱- ساختمان هر چه سبک تر باشد، بهتر است (به خصوص سقف ها).

۲- زمین های شیب دار محل مناسبی برای ساختمان سازی نیستند.

۳- ساختمان هایی که تقارن بیشتری دارند مانند مکعب و مکعب مستطیل؛ از ساختمان های دیگر استحکام بیشتری دارند.

۴- در و پنجره زیاد، ساختمان را ضعیف می کند؛ بنابراین، نباید آنها را در یک طرف ساختمان قرار داد.

۵- مصالح ساختمانی به ترتیب از مناسب تا نامناسب عبارت اند از:

الف) چوب؛

ب) آجر با اسکلت بتنی؛

پ) آجر بدون اسکلت بتنی؛

ت) خشت.

۶- باید سقف ها و دیوارها به خوبی به یکدیگر متصل شوند.

۷- در ساختمان های اسکلت فلزی، چهارچوب های داخلی باید به وسیله تیر آهن های ضربدری به هم متصل شوند.

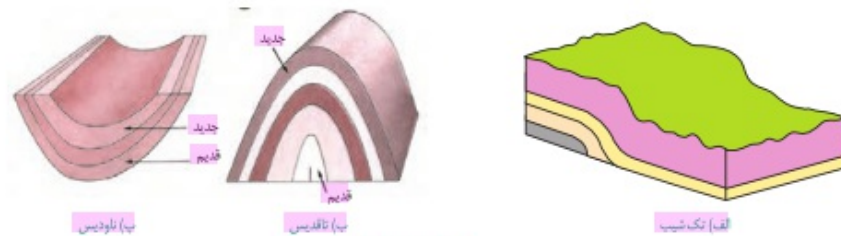
۸- نباید قسمت های جدیدی را به ساختمان قبلی اضافه کرد.

۹- ساختمان های خشتی نباید بیشتر از یک طبقه باشند.

۱۰- پشت دیوارهای خشتی را باید با حائل تقویت کرد.

چین خوردگی

رشته کوه هایی مانند البرز و زاگرس، حاصل چین خوردگی بخشی از سنگ کره است. چین ها، به شکل های تک شیب، تاقدیس و ناودیس دیده می شوند. در صورتی که لایه های سنگی طوری خم شوند که لایه های قدیمی تر در مرکز و لایه های جدیدتر در حاشیه قرار گیرند، تاقدیس تشکیل می شود و چنانچه لایه های جدیدتر در مرکز و لایه های قدیمی تر در حاشیه چین قرار گیرند، ناودیس به وجود می آید.



شکل ۶-۶-۱ انواع چین

گاهی عدم شناسایی حفرات انحرالی



شکل ۶-۱۱ نمونه ای از حفرات انحرالی در نزدیکی سد لار



شکل ۶-۱۰ هجوم آید گل و لای در زمان حفاری تونل ها

در هنگام حفاری سازه های زیرزمینی مانند تونل ها باعث هجوم آب فراوان و گل ولای به داخل تونل و توقف پروژه حفاری می شود (شکل ۶-۱۰). همچنین عدم شناسایی حفرات انحرالی بی سد لار در زمان ساخت، باعث فرار آب از زیر سد شده است (شکل ۶-۱۱).

یکی دیگر از خطرانی که سازه ها را در مناطق شیب دار و کوهستانی تهدید می کند، خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه های پرشیب است. حرکات دامنه ای ممکن است بسیار مهیب و فاجعه آفرین باشد، به طوری که سازه های مهندسی را تحت تأثیر قرار داده و باعث خرابی و آسیب به آنها شود. به طور مثال لغزش و سقوط توده های بزرگ سنگ و خاک در دیواره مخزن سدها، تاکنون موجب خرابی های عمده ای در سدهای بزرگ جهان شده است. لغزش توده های سنگ و خاک، افزون بر ایجاد امواج خطرناک در مخزن، باعث کاهش ظرفیت و عمر مفید مخزن می شود. حرکت دامنه ای به طور ساده ناشی از عملکرد گراننش زمین، بر روی مواد هوازده موجود بر روی سطوح شیب دار می باشد و به شیوه های گوناگون خودنمایی می کند. سقوط ذرات سنگ و خاک از سراسیمب های تند راه، ریزش و اگر توده سنگ و خاک در امتداد یک سطح گسیختگی حرکت کند، لغزش نامیده می شود. (شکل های ۶-۱۲ تا ۶-۱۴). با انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد و پایدارسازی دیواره های اطراف مخزن سد، می توان از چنین اتفاقاتی جلوگیری کرد. امروزه با اقداماتی مانند ایجاد دیوار حائل، ایجاد پوشش گیاهی، میخ کوبی و زهکشی جهت تخلیه آب اضافی، دیوار گابیونی (تورسنگی) و غیره می توان دامنه ها را پایدار کرد.

جمع آوری اطلاعات

• در مورد تفاوت انواع حرکات دامنه ای ریزش، لغزش، خزش و جریان گل اطلاعاتی جمع آوری کنید.



• مطالبی پیرامون رابطه تغییرات سطح آب زیرزمینی و ایجاد حرکت دامنه ای گردآوری نمایید.

• تأثیرات مثبت و منفی پایداری دامنه ها با استفاده از پوشش گیاهی را توضیح دهید.



• مراحل پایدارسازی به روش میخ کوبی را در کلاس برای دوستان خود توضیح دهید و دلایل استفاده از این روش را تشریح نمایید.

آتشفشان

امروزه فعالیت‌های آتشفشانی زیادی در تمام نقاط کره زمین، داخل خشکی‌ها، در بستر اقیانوس‌ها، دریاها و دریاچه‌های بزرگ صورت می‌گیرد.

مواد خارج شده از آتشفشان‌ها، به صورت جامد (تفرا)، مایع (لاوا یا گدازه) و بخارهای آتشفشانی (فومرول) است.



دماوند



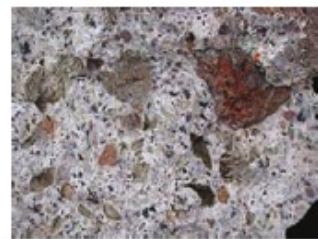
تفتان

شکل ۶-۷- آتشفشان نیمه‌فعال تفتان و دماوند با فعالیت فومرولی

تفرا: به مواد آتشفشانی جامد که به صورت ذرات ریز و درشت بر اثر فعالیت آتشفشان به هوا پرتاب می‌شود، تفرا می‌گویند.

جدول ۶-۲- اندازه ذرات جامد آتشفشان

نام ذرات	اندازه ذرات (میلی متر)
خاکستر	کوچک‌تر از ۲
لایلی	بین ۲ تا ۲۲
قطعه سنگ و بلب (دوکی شکل)	بزرگ‌تر از ۲۲



در آتشفشان‌های انفجاری دارای سیلیس فراوان، مواد جامد آتشفشانی به هوا پرتاب می‌شوند. با فرونشینی آنها بر سطح زمین، از به هم چسبیدن و سخت شدن این مواد، گروهی از سنگ‌های آتشفشانی، به نام سنگ‌های آذرآواری تشکیل می‌شوند. در صورتی که خاکستر آتشفشانی در محیط‌های دریایی کم عمق ته‌نشین شوند، توف آتشفشانی به وجود می‌آید. به عنوان مثال می‌توان توف‌های سبز البرز را نام برد. توف، یک نوع سنگ آذرآواری است.

شکل ۶-۸- سنگ آذرآواری

گدازه: گدازه‌ها، مواد مذابی هستند که از دهانه آتشفشان خارج می‌شوند. هر چه گدازه روان‌تر (سیلیس کمتر) باشد، مخروط آتشفشان، شیب و ارتفاع کمتری دارد.

بخارهای آتشفشانی: مواد مذاب درون زمین، حاوی مقداری گاز و بخار آب می‌باشند. ترکیب شیمیایی گازهای خروجی از آتشفشان، بسیار متفاوت است. بیشتر گازهای آتشفشانی را بخار آب، گازهای کربن دی‌اکسید، اکسیدهای گوگردی، نیتروژن دار، کلردار و کربن مونو اکسید تشکیل می‌دهند. پس از فعالیت یک آتشفشان، خروج گاز (مرحله فومرولی) ممکن است سال‌ها و حتی قرن‌ها ادامه داشته باشد. در حال حاضر آتشفشان‌های دماوند و تفتان، در مرحله فومرولی به سر می‌برند و از دهانه آنها بخار آب، گاز گوگرد و... خارج می‌شوند.



شکل ۶-۱۴- جریان گلی



شکل ۶-۱۳- لغزش مصالح



شکل ۶-۱۲- ریزش مصالح



بیا دیوار مخ کوبی شده



بیا دیوار گابیونی



لب (دیوار حائل)

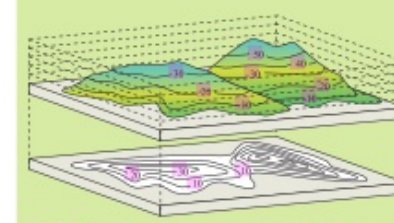
شکل ۶-۱۵- نمونه‌هایی از روش‌های پایدارسازی دامنه‌ها

فعالیت تکمیلی

● دلیل استفاده از زهکش‌ها برای پایداری دیواره‌ها و ترانشه‌ها چیست؟

یکی دیگر از موارد مهم در مکان‌یابی سازه‌ها توجه به وضعیت شکل‌های آن منطقه است. همان‌طور که در فصل‌های قبلی مطالعه کرده‌اید، کشور ما بر روی یکی از کمربندهای لرزه‌خیز جهان واقع شده است و در بیشتر مناطق آن گسل‌های فعال وجود دارند. این گسل‌ها و زمین‌لرزه‌های احتمالی می‌توانند پایداری سازه‌های مختلف را تهدید کنند. از این رو زمین‌شناسان، در مطالعات مکان‌یابی سازه‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرایی، این گسل‌ها را شناسایی می‌کنند و با استفاده از داده‌های ثبت شده توسط دستگاه‌های لرزه‌نگاری و اطلاعات تاریخی زمین‌لرزه‌ها، احتمال فعالیت مجدد گسل‌ها و وقوع زمین‌لرزه و تأثیر آن بر سازه‌ها را مشخص می‌کنند. این اطلاعات در اختیار مهندسان عمران قرار می‌گیرد تا طراحی سازه را براساس آن انجام دهند. مورفولوژی (شکل‌شناسی) و توپوگرافی (پستی‌وبلندی‌ها) محل احداث سازه، در پایداری آن تأثیر قابل توجهی دارد.

جمع‌آوری اطلاعات



کاربرد نقشه‌های توپوگرافی در مشخص کردن مورفولوژی سطح زمین

● با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی تهیه شده، می‌توان پستی و بلندی‌های یک منطقه را تشخیص داد. به طوری که مناطق مرتفع (کوه‌ها) در این نقشه‌ها دارای منحنی‌های به هم نزدیک‌تر و تراز ارتفاعی بالاتری را نشان می‌دهند، در حالی که در مناطق کم ارتفاع و دشت‌ها فاصله



پ) خاکستر آتشفشانی



ب) گدازه



الف) سبب آتشفشانی

شکل ۶-۳- نوع و تناوب متفاوت مواد خروجی از دهانه آتشفشان‌ها

فواید آتشفشان‌ها

مطالعه درون زمین: هر آتشفشان به منزله پنجره‌ای به درون زمین است که از طریق آن اطلاعاتی در مورد پوسته و گوشته بالایی به دست می‌آید.

تشکیل هواکره: در گذشته همراه با سرد شدن زمین، بخش زیادی از گازهای درون زمین از طریق فعالیت آتشفشان‌ها، از شکستگی‌ها و منافذ سنگ‌ها و لایه‌های آیدار خارج شدند و شرایط لازم برای تشکیل هوا کره فراهم گردید.

تشکیل آب کره: بخشی از گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، با یکدیگر ترکیب شده و آب را به وجود آورده‌اند. آب، فرورفتگی‌های سطح زمین را پر کرده و باعث ایجاد اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و رودها شده است.

تشکیل خاک و رسوب: خاکستر و گدازه آتشفشانی از دهانه آتشفشان خارج می‌شود و خاک حاصلخیزی را به وجود می‌آورد. برخی از مزارع حاصلخیز جهان بر روی خاکسترهای آتشفشانی قرار گرفته است.

تشکیل پوسته جدید اقیانوسی: خروج آرام مواد مذاب گوشته از محور میانی رشته کوه‌های میان اقیانوسی، سبب تشکیل پوسته جدید اقیانوسی می‌شود. نتیجه این آتشفشان‌ها، علاوه بر گسترش بستر اقیانوس‌ها، سبب نزدیک شدن ورقه‌ها در محل دراز گودال‌های اقیانوسی می‌شوند. در این مناطق، به علت برخورد ورقه‌ها، فرورانش صورت می‌گیرد و کوه‌ها به وجود می‌آیند. کوه‌ها نیز، با ایجاد پستی و بلندی در سطح زمین، سبب تداوم فرسایش و رسوب گذاری می‌گردند.



شکل ۶-۱۰- چشمه آب گرم در دلانه آتشفشان بزمیان



شکل ۶-۱۱- نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر - اردبیل

تشکیل رگه‌های معدنی: فعالیت آتشفشانی منجر به تشکیل برخی رگه‌های معدنی مانند طلا، نقره و مس می‌شود.

تشکیل چشمه‌های آب گرم: اطراف آتشفشان‌ها، مناطق مناسبی برای تشکیل چشمه‌های آب گرم معدنی می‌باشند. آب‌هایی که درون پوسته هستند، گرم شده و از طریق شکستگی‌های سطح زمین، به صورت چشمه‌های آب گرم در سطح زمین ظاهر می‌شوند. آب این چشمه‌ها از نظر بهداشتی برای درمان بیماری‌های پوستی و آرامش عضلانی مفید هستند و با جذب گردشگران، سبب رونق اقتصاد محلی می‌شوند.

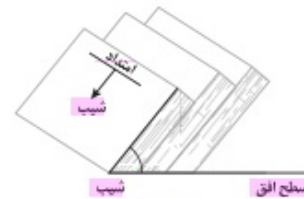
انرژی زمین گرمایی: در مناطق آتشفشانی، از گرمای درون زمین به عنوان انرژی زمین گرمایی استفاده می‌شود. کشور ایسلند بخش عمده انرژی مورد نیاز خود را از انرژی زمین گرمایی تأمین می‌کند. اولین نیروگاه زمین گرمایی خاورمیانه نیز در نزدیکی آتشفشان سیلان در استان اردبیل تأسیس شده است.

دیگر فواید: آتشفشان‌ها، افزون بر خروج انرژی درونی زمین، منجر به آرامش نسبی ورقه‌های سنگ کره می‌شوند. از انواع سنگ‌های آتشفشانی در نمای ساختمان‌ها و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود.



مخنی‌های توپوگرافی از هم بیشتر است. با توجه به مورفولوژی دره‌های V شکل و U شکل و ارتباط آن با احداث سازه‌هایی مثل پل و سد مطالبی جمع آوری کرده و در مورد مناسب یا نامناسب بودن آنها با دوستان خود، تبادل نظر کنید.

توجه به فرسایش پذیری رسوبات و واحدهای سنگی نیز در مکان‌یابی سازه‌هایی مانند سد بسیار اهمیت دارد. یکی از مشکلاتی که سدها با آن برخورد خواهند نمود وجود رسوباتی است که توسط عوامل فرسایشی به پشت سدها حمل می‌شوند و با گذشت زمان این رسوبات در مخازن سدها انباشته و از عمر مفید این سدها کاسته خواهد شد. بنابراین موجب خواهد شد که با صرف هزینه زیاد و در زمان مناسب با استفاده از تجهیزات مختلف نظیر لای‌روب و بیل‌های مکانیکی مخصوص به تخلیه رسوبات لای‌روبی پرداخته شود.

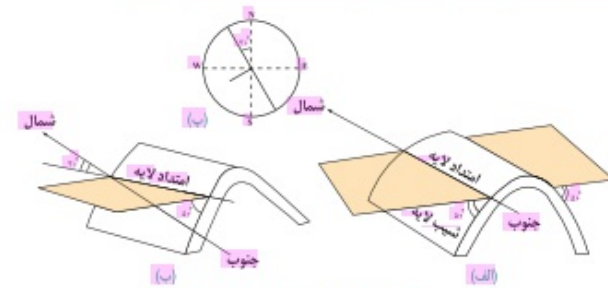


شکل ۶-۱۶

شرایط مختلفی از وضعیت شیب و امتداد لایه‌های سنگی برای انتخاب محل مناسب در سازه‌هایی مانند سد، تونل و غیره باید مورد بررسی قرار بگیرند. برای بررسی موقعیت لایه‌ها از مشخصات امتداد و شیب استفاده می‌شود. امتداد لایه‌ها، عبارت است از محل برخورد سطح لایه با سطح افق که با جهت جغرافیایی بیان می‌شود.

شیب لایه، مقدار زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افق می‌سازد. شیب لایه بین صفر (لایه‌های افقی) تا ۹۰ درجه (لایه‌های قائم) تغییر می‌کند.

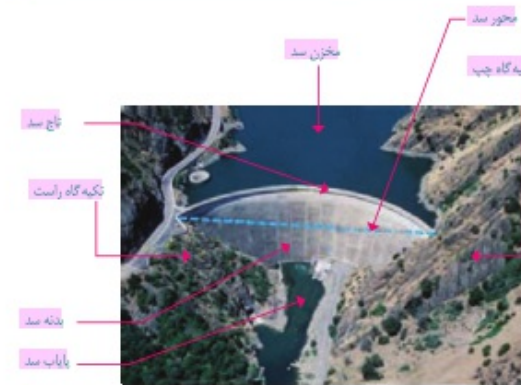
امتداد لایه‌های این چین شمالی - جنوبی است و شیب لایه در پهلوی غربی آن ۵۰° به سمت غرب و در پهلوی شرقی ۵۰° به سمت شرق است (شکل الف ۶-۱۷). امتداد لایه در پهلوی غربی این چین ۳۰° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N30W، شیب لایه ۵۰° به سمت جنوب غرب است S50W. بنابراین موقعیت این لایه را به طور کلی به صورت S50W و N30W نشان می‌دهند (شکل ب ۶-۱۷). علائم قراردادی برای نشان دادن امتداد و شیب یک لایه (شکل پ ۶-۱۷).



شکل ۶-۱۷- تعیین شیب و امتداد لایه

مکان مناسب برای ساخت سد

سد، سازه‌ای است که به منظور ذخیره آب، مهار سیلاب، تولید نیروی الکتریسیته، تأمین آب شرب و کشاورزی احداث می‌شود. بعضی از سدها چندمنظوره‌اند، یعنی به طور هم‌زمان چند هدف را تأمین می‌کنند. سدها، از نظر نوع مصالح ساختمانی به کار رفته، به دو دسته خاکی و بتنی تقسیم می‌شوند. در شکل ۱۸-۶ بخش‌های مختلف سد نشان داده شده است. مهم‌ترین عامل در تعیین نوع سد و محل احداث آن، شرایط زمین‌شناسی منطقه، مقاومت سنگ‌های پی و دیواره‌ها، لرزه‌خیزی منطقه، شکل دره و مصالح مورد نیاز است. در مطالعات زمین‌شناسی سد، وضعیت مخزن، تکیه‌گاه‌ها و پی سد از نظر پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای آنکه فرار آب از مخزن سد صورت نگیرد، باید دیواره‌ها و کف مخزن نفوذناپذیر بوده یا از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند.



شکل ۱۸-۶- نمایش از بخش‌های مختلف یک سد

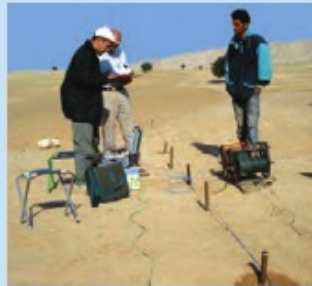
جمع‌آوری اطلاعات

- در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد زیر پاسخ دهید:
 - ۱- هدف از احداث سد
 - ۲- نوع سد
 - ۳- جنس سنگ پی سد



از عوامل مؤثر بر پایداری و نشست آب در محل سدها می‌توان به ساختارهای زمین‌شناسی اشاره نمود که در فصل‌های قبل با آنها آشنا شده‌اید. اگر امتداد لایه‌های موجود در محل سد، عمود بر راستای محور سد باشد، منطقه برای احداث سد نامناسب است، زیرا در صورت برخورد با لایه‌های ضعیف و سست (مارن و شیل)، لایه‌های حفره‌دار و کارستی و مناطق هوازده و گسله، سبب نشست نامتقارن در پی و دیواره‌ها، ناپایداری پی، فرار آب از مرز لایه‌ها و به‌خصوص لایه‌های نفوذپذیر به پایین خواهد شد. در صورتی که امتداد لایه‌ها با محور سد موازی باشد، ساخت سد مطلوب‌تر است زیرا می‌توان سد را بر روی لایه‌های مقاوم‌تر و نفوذناپذیرتر احداث نمود، در این حالت بدنه سد فقط با یک نوع سنگ در ارتباط می‌باشد.

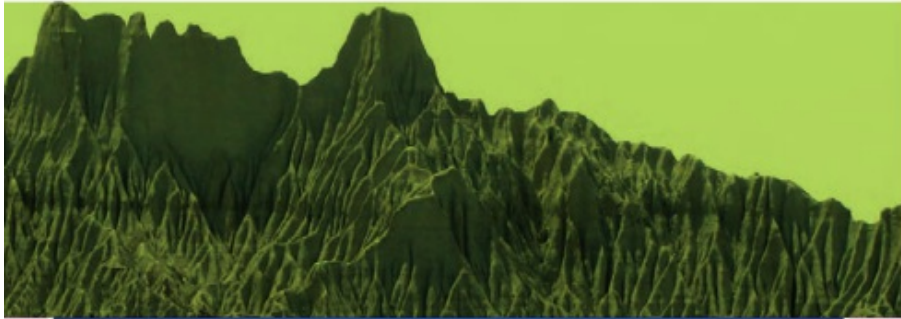
علم، زندگی، کارآفرینی



● ژئوفیزیک: ژئوفیزیک‌دان‌ها، برای مطالعه ساختمان درونی زمین، که به راحتی در دسترس نیست و همچنین شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی با استفاده از امواج لرزه‌ای، بررسی مغناطیس زمین، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها، به مطالعه آنها می‌پردازند.

● زمین‌ساخت (تکتونیک): زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت، علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل دهنده پوسته زمین و نیروهای به وجودآورنده آنهاست. گسل‌ها، درزه‌ها، چین‌ها و دیگر ساختارهای زمین، نقش مهمی در تجمع منابع زیرزمینی و احداث پروژه‌های عمرانی دارند. از سوی دیگر، زمین‌ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته‌کوه‌ها، اقیانوس‌ها، زمین‌لرزه‌ها و حرکت ورقه‌های سنگ‌کره می‌پردازد. متخصصین این رشته‌ها، در مراکزی مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مؤسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زمین‌لرزه، مدیریت بحران، شهرداری‌ها و... به کار مشغول می‌شوند.

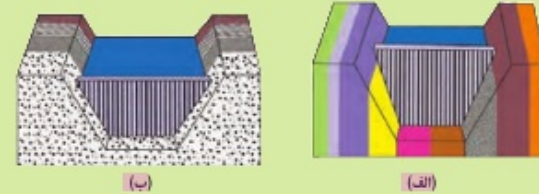




تصویر ماهواره‌ای ایران

یا هم
پیشنهاد

● با توجه به ارتباط امتداد محور سد با امتداد لایه بندی کدام گزینه برای ساخت سد مناسب تر است؟



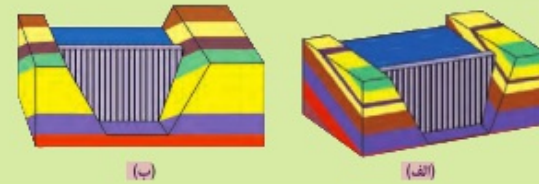
(ب)

(الف)

در صورتی که شیب لایه‌ها در محور سد به سمت بالادست (مخزن سد) باشد، احداث سد با مشکلات کمتری روبه‌رو خواهد شد؛ چرا که نشست آب به پایین دست اتفاق نمی‌افتد. وقتی شیب لایه‌ها به پایین دست باشد، در درازمدت به دلیل اشباع شدن لایه‌ها و جریان آب در جهت شیب لایه‌ها به پایین دست، باعث نشست شدن و جابه‌جایی سد (به علت وزن سد و نیروی آب پشت سد) و در نهایت شکستن آن خواهد شد.

یا هم
پیشنهاد

● با توجه به وضعیت نسبی جهت شیب لایه بندی در مقایسه با بالادست سد کدام گزینه برای احداث سد مناسب تر است؟



(ب)

(الف)

مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی

برخی از فعالیت‌های عمرانی و معدنی به صورت زیرزمینی انجام می‌شود. این فعالیت‌ها، نیاز به فضای زیرزمینی دارند. حفاری‌های زیرزمینی به شکل تونل و مغار اجرا می‌گردند. تونل‌ها، به منظور حمل و نقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب یا استخراج مواد معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مغارها، فضاهای زیرزمینی بزرگ‌تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو، ذخیره نفت و یا موارد دیگر استفاده می‌شوند. این گونه سازه‌ها، باید در زمین‌هایی با مقاومت کافی احداث شوند؛ بنابراین زمین‌شناس، باید مطالعات خود را بر شناسایی مناطقی با کمترین خردشدگی، هوازدگی و نشست آب، متمرکز کند.

وجود آب‌های زیرزمینی، بر ایمنی و پایداری سازه‌های زیرزمینی در زمان ساخت و بهره‌برداری مؤثر خواهد بود. جریان و فشار آب



زمین شناسی ایران

ایران، به نظر بسیاری از زمین شناسان جهان که از مناطق مختلف آن بازدید کرده‌اند، بهشت زمین شناسی است. به راستی، چه عواملی باعث این تفکر شده است؟ پدیده‌های متنوع کم‌نظیری مانند آتشفشان‌های نیمه فعال، گل فشان‌های متعدد، کله‌های وسیع و مرتفع، گنبد‌های نمکی و ... در نقاط مختلف ایران یافت می‌شود که پژوهشگران زیادی را از سراسر جهان به خود علاقه‌مند کرده است. زمین شناسان از حدود دویست سال پیش تاکنون، پژوهش‌های زیادی بر روی مناطق مختلف ایران انجام داده‌اند ولی هنوز ناشناخته‌های بسیاری وجود دارد که توجه پژوهشگران را به خود جلب می‌کند.



زیرزمینی، از عوامل مهم ناپایداری تونل‌ها، ترانشه‌ها و سایر فضاهای زیرزمینی است. بخش بزرگی از مشکلات و خسارت‌ها در پروژه‌های عمرانی و معدنی، ناشی از برخورد یا آب‌های زیرزمینی می‌باشد. در برخی موارد، پروژه‌هایی به دلیل مواجهه با این مشکل، تکمیل نشده و متوقف گشته‌اند؛ بنابراین برآورد میزان و کنترل جریان آب زیرزمینی در تونل‌ها و زمین زیر سازه و حتی درون سازه‌هایی مانند سدها، بسیار مهم است. به طور کلی، سازه‌های زیرزمینی که در بالای سطح ایستایی قرار می‌گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند.

پاسخ دهید

• دلیل ناپایداری تونل‌ها در زیر سطح ایستایی چیست؟

در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشست آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می‌شود (شکل ۱۹-۶).



ب) پوشش‌های بتنی در مترو



الف) پوشش‌های بتنی در معارها



ب) نحوه اجرای پوشش‌های بتنی در فضاهای زیرزمینی



شکل ۱۹-۶. پوشش داخلی تونل

ساخت تونل، در صورتی که امتداد لایه‌ها بر محور تونل عمود باشد، مطلوب‌تر از زمانی است که امتداد لایه‌ها موازی یا محور تونل می‌باشد. وقتی محور تونل بر امتداد لایه‌ها عمود است، هنگام عبور از لایه ضعیف یا سنگ‌های درزه‌دار یا ضخامت محدود، مسیر کمتری از تونل ناپایدار بوده و نیاز به مقاوم‌سازی دارد. در شرایطی که محور تونل موازی یا لایه‌بندی یک سنگ مقاوم باشد، وضعیت تونل در این حالت نیز مطلوب ارزیابی می‌شود.

۱- ترانشه (زرف‌ناوه): به فرورفتگی مصنوعی یا طبیعی در سطح زمین گفته می‌شود که ژرفای آن از پهنایش بیشتر (طول و عمیق) است. برای اهدافی مانند انتقال آب-جاده‌سازی، قرار دادن لوله‌های نفت و ... احداث می‌شود.



گیندئمی (چاشک)



دره سارگان (قشم)



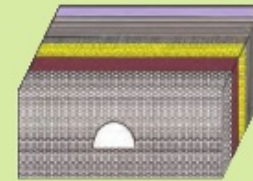
گل قشان (چابهار)

تاریخچه زمین شناسی ایران

سرزمین ایران، تاریخ تکوین پیچیده‌ای را پشت سر گذاشته است. بخش‌های مختلفی که اکنون زمین را تشکیل می‌دهند، در دوره‌های مختلف زمین شناسی، بخش‌هایی از آن قسمتی از ابرقاره گندوانا و لورازیا بوده‌اند. تعیین سن سنگ‌های مناطق مختلف ایران نشان می‌دهد که در مقایسه با سنگ‌های قدیمی یافت شده در آمریکای شمالی، آفریقا، هند، سیبری، استرالیا و عربستان جوان تر هستند. قدیمی‌ترین سنگ‌های کشف شده در ایران بین ۶۰۰ میلیون تا بیش از ۱ میلیارد سال سن دارند.

یا هم بیندیشید

● با توجه به وضعیت نسبی محور تونل، کدام تونل از نظر پایداری مناسب‌تر خواهد بود؟



(ب)



(الف)

مکان یابی مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی

همیشه سازه‌ها بر روی خشکی بنا نمی‌شوند. کشور ما از جنوب و شمال به دریا منتهی می‌شود. از سوی دیگر، بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از بستر دریا استخراج می‌شوند. سازه‌های دریایی مانند اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها، در سواحل دریا (ساحلی) یا در دریا (فراساحلی) احداث می‌شوند (شکل ۶-۲۰). در مکان‌یابی این سازه‌ها مانند سازه‌های خشکی، باید مطالعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی به‌طور ویژه، انجام پذیرد. افزون بر آن، توجه به جریان‌های دریایی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا نیز ضروری می‌باشد.



(ب) سکوی نفتی (خلیج فارس)



(ب) طولانی‌ترین پل دریایی جهان (چین)



(الف) اسکله شهید رجایی (بندرعباس)



(ج) جاده ساحلی (بندر مازام)



(ب) آکواریم زیردریایی (جزیره کیش)



(ب) موج شکن (جزیره قشم)

شکل ۶-۲۰ تعدادی از سازه‌های دریایی

حدود ۱۸۰ میلیون سال پیش تنیس کهن کاملاً بسته و رشته کوه البرز در ایران تشکیل شد. در حدود ۶۵ میلیون سال پیش، ورقه عربستان به ورقه ایران برخورد کرد و اقیانوس تنیس بسته و شکل‌گیری رشته کوه زاگرس آغاز شد و تاکنون ادامه دارد. دریاچه خزر و آرال، از بازمانده‌های این اقیانوس هستند.

تحقیق کنید

• قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران در کدام مناطق یافت می‌شوند؟

• حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش، قاره بزرگی به نام پانگه‌آ بر روی کره زمین وجود داشت که از به هم پیوستن همه خشکی‌ها به وجود آمده بود. این خشکی بزرگ در اواسط کامبرین، یعنی حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش، بر اثر فرایندهای زمین‌ساختی شروع به باز شدن کرد و اقیانوس تنیس در این زمان تشکیل شد. در اوایل پرمین، یعنی حدود ۲۹۰ میلیون سال پیش به بیشترین وسعت خود رسید. در آن زمان، ایران مرکزی و البرز، بخشی از خشکی گندوانا بودند. اقیانوس تنیس کهن، طولی بیش از چندین هزار کیلومتر داشت و از استرالیا تا چین، ایران، و اروپای امروزی ادامه می‌یافت.

• در اوایل پرمین، بر اثر باز شدن قاره گندوانا، تشکیل اقیانوس جدیدی به نام تنیس نوین در بخش جنوبی تنیس کهن، شروع شد. هر چه تنیس نوین بزرگ‌تر می‌شد، تنیس کهن بر اثر فرورانش به سمت جنوب کوچک‌تر می‌شد. پس از آن تنیس نوین به بیشترین وسعت خود رسید. دریای سیاه در شمال ترکیه، بازمانده اقیانوس تنیس کهن است.



• در حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش، با باز شدن اقیانوس هند، آفریقا و شبه قاره هند از گندوانا جدا شدند و به سمت شمال حرکت کردند. با این حرکت، اقیانوس تنیس نوین شروع به فرورانش به سمت شمال و به زیر قاره بزرگ شمالی (اوراسیا) کرد.

آیه ان پانگه نیز گفته می‌شود.

شاخص‌های مهندسی مصالح

اندازه‌گیری شاخص‌های مهندسی مصالح می‌تواند در کاربرد آنها برای اجرای پروژه‌های مهندسی مؤثر باشد. یکی از شاخص‌های مهندسی مصالح، اندازه ذرات است. خاک‌ها براساس اندازه ذرات به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: خاک‌های درشت‌دانه (مانند شن)، اندازه این ذرات بزرگ‌تر از ۴/۷۵ میلی‌متر می‌باشد. خاک‌های متوسط دانه و ماسه‌ای که اندازه این ذرات بین ۴/۷۵ میلی‌متر تا ۰/۰۷۵ میلی‌متر بوده و در این محدوده قرار دارند. خاک‌های ریزدانه شامل سیلت و رس بوده و اندازه این ذرات کوچک‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر می‌باشد.

یکی دیگر از شاخص‌های مهندسی، شاخص خمیری مصالح می‌باشد. این شاخص مربوط به مصالح ریزدانه بوده و با افزایش میزان رطوبت، باعث کاهش پایداری آنها می‌گردد. اگر رطوبت در این خاک‌ها، از حد معینی بیشتر شود، خاک به حالت خمیری در می‌آید و تحت تأثیر وزن خود روان می‌شود. پدیده لغزش در دامنه‌ها و ترانشه‌ها، به‌ویژه در ماه‌های مرطوب سال، ناشی از این پدیده است.

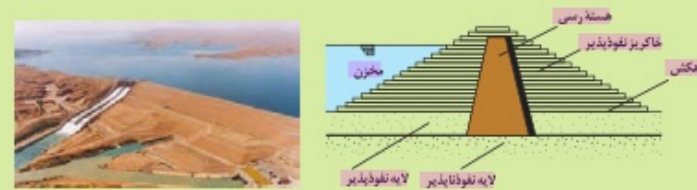
مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها

مصالح مورد نیاز برای احداث هر سازه به شاخص‌های مهندسی آن وابسته می‌باشد. در احداث سازه‌ها، از مواد سازنده زمین، مانند خاک، شن، ماسه و سنگ استفاده می‌شود. این مصالح برای هر سازه، باید دارای مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه‌های مشخصی باشد که توسط آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه‌های تخصصی مکانیک خاک و سنگ تعیین می‌شوند. مصالح به کاررفته در سازه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد.

در سدسازی با توجه به نوع سد، مصالح متفاوتی به کار گرفته می‌شود؛ به‌عنوان مثال در سدهای بتنی از سیمان، ماسه، شن، میلگرد و در سدهای خاکی خاک رس، ماسه، شن و قلوه‌سنگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پاسخ دهید

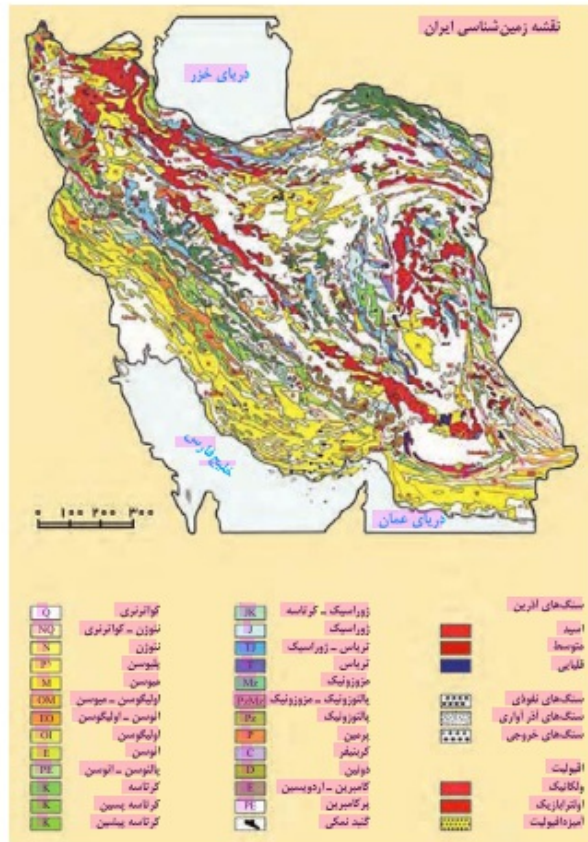
- دلایل استفاده از مصالح رسی در هسته سدهای خاکی چیست؟
- کاربرد مصالح درشت‌دانه به‌عنوان لایه زهکش در سدهای خاکی چیست؟



بتن یکی از پرکاربردترین مواد به‌عنوان مصالح ساختمانی در پروژه‌های عمرانی است. مصالح و اجزای بتن عبارت‌اند از سیمان، سنگدانه یا مصالح سنگی شامل شن، ماسه و آب.

نقشه‌های زمین شناسی

در نقشه‌های زمین شناسی، جنس و پراکندگی سطحی سنگ‌ها، روابط سنی آنها، وضعیت شکستگی‌ها و چین خوردگی‌ها و موقعیت کانسارها و... نمایش داده می‌شوند.



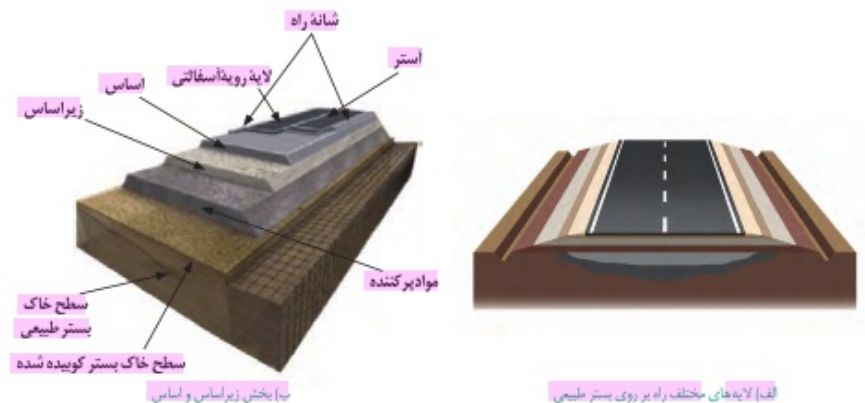
شکل ۷- نقشه زمین شناسی ایران که نشان دهنده پراکندگی سنگ‌های دوره‌های زمین شناسی مختلف است.

سنگدانه‌ها نقش مهمی در دوام بتن دارند، چون حدود ۷۵ درصد از حجم بتن را تشکیل می‌دهند. این مصالح را می‌توان به صورت طبیعی (از بستر رودخانه‌ها)، از معادن و یا از مصالح موجود در کوه‌ها (با استفاده از سنگ شکن‌ها) به دست آورد (شکل ۶-۲۱).



شکل ۶-۲۱. مصالح مورد استفاده در بتن و بتن مصرفی

سطح طبیعی زمین، برای رفت‌وآمد وسایل نقلیه مناسب نیست، زیرا در مقابل عوامل جوی مانند بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاومت کافی ندارد، همین امر سبب توجه انسان به راه‌سازی شده است. برای احداث جاده، از مصالح خاک در زیرسازی و روسازی استفاده می‌شود که هر کدام از دو بخش تشکیل شده است. زیرسازی شامل دو بخش زیراساس و اساس و همچنین، روسازی شامل دو بخش آستر و رویه می‌باشد (شکل ۶-۲۲).



شکل ۶-۲۲. بخش‌های مختلف راه

پهنه‌های زمین‌شناسی ایران

مطالعات انجام شده توسط زمین‌شناسان، نشان می‌دهند که فرایندهای زمین‌شناسی متعددی در طول زمان، چهره امروزی سرزمین ایران را به وجود آورده است. تحولات زمین‌شناختی ایران در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی، پیچیده بوده است. سرزمین ایران، از چندین قطعه مختلف و جدا از هم سنگ‌کره تشکیل شده که هر کدام تاریخچه تکوین متفاوتی دارند.

اشتوکلین، از پیشگامان مطالعات نوین زمین‌شناسی در ایران است. او با جمع‌بندی مطالعات و مشاهدات زمین‌شناسی، برای نخستین بار سرزمین ایران را از نظر ساختارهای زمین‌شناسی به چند بخش جداگانه تقسیم‌بندی کرد. این تقسیم‌بندی، مبنایی برای کار پژوهشگران بعدی شد. در ادامه، با آگاهی‌های بیشتر از ویژگی‌های زمین‌شناسی ایران، تقسیم‌بندی‌های جامع‌تری ارائه می‌شود.

مشخصات برخی از پهنه‌های زمین‌ساختی در ایران

نام پهنه	سنگ‌های اصلی	منابع اقتصادی	ویژگی‌ها
زاگرس	سنگ‌های رسوبی	ذخایر نفت و گاز	تاق‌دیس‌ها و ناودیس‌های متوالی
سهند - سیرجان	سنگ‌های دگرگونی	معادنی مانند: سرب و روی ایرانکوه	انواع سنگ‌های دگرگونی
ایران مرکزی	سنگ‌های رسوبی آذرین - دگرگونی	معادنی مانند: آهن چغارت و روی مهدی‌آباد	سنگ‌های پرکامبرین تا سنوزویک
البرز	سنگ‌های رسوبی	رگه‌های زغال سنگ	دارای دو بخش شرقی - غربی دارای قله دماوند
شرق و جنوب شرق ایران	سنگ‌های آذرین و رسوبی	معادنی مانند: منیزیت - مس	دشت‌های بهناور، خشک و کم‌آب فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان به زیر ایران در منطقه مکران
کپه‌داغ	سنگ‌های رسوبی	ذخایر عظیم گاز	توالی رسوبی منظم
سهند - بزمان (ارومیه - دختر)	سنگ‌های آذرین	ذخایر فلزی	فرورانش تیس نوین به زیر ایران مرکزی



۲۰۰۸ - ۱۹۲۱ میلادی

• یوان اشتوکلین (Jovan Stocklin) زمین‌شناس سوئیس و چهره‌ای ماندگار در زمین‌شناسی ایران است که نقش تأثیرگذاری در توسعه علم زمین‌شناسی در ایران داشته است. اشتوکلین، پس از اخذ مدرک دکترای زمین‌شناسی از دانشگاه ETH زوریخ در سوئیس، در سال ۱۹۵۰ میلادی (۱۳۲۹ هـ.ش) در قالب همکاری با سازمان ملل متحد، به منظور انجام مطالعات زمین‌شناسی، راه‌اندازی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، راه‌اندازی بخش اکتشاف شرکت نفت و تربیت نیروی متخصص زمین‌شناسی به ایران آمد.

دانشمندان علوم زمین

بخش‌های اساس و زیراساس، به‌عنوان لایه زهکش عمل می‌کنند و وظیفه آنها انتقال آب سطحی و نفوذی به خارج از بدنه جاده می‌باشد. برای ساخت آنها از مخلوط شن، ماسه و سنگ شکسته استفاده می‌شود ولی با توجه به اینکه در طراحی جاده‌ها، میزان نفوذپذیری بخش اساس، بیشتر از زیراساس است، لذا اندازه ذرات مصالح به کاررفته در بخش اساس، کمی درشت‌تر از مصالح زیراساس می‌باشد. لایه‌های آستر و رویه که بایستی در برابر نیروهای وارده، مقاوم باشند، از جنس آسفالت یعنی مخلوطی از شن، ماسه و قیر ساخته می‌شوند. یکی دیگر از کاربردهای مصالح خرده‌سنگی، در زیرسازی و تکیه‌گاه ریل‌های راه‌آهن می‌باشد. این قطعات خرده‌سنگی که بالاست نامیده می‌شوند، علاوه بر نگهداری ریل‌ها و توزیع بار چرخ‌ها، عمل زهکشی را نیز به عهده دارند. بالاست مورد نیاز خطوط راه‌آهن، معمولاً از خرد کردن سنگ‌ها و باطله‌هایی که از معادن استخراج می‌شود، به دست می‌آید (شکل ۲۳-۴).

بالاست



شکل ۲۳-۴. بالاست استفاده‌شده در زیرسازی جاده ریل

علم، زندگی، کار آفرینی

• **زمین‌شناسی مهندسی:** شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که رفتار و ویژگی‌های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده و امکان ساخت یک‌سازه را در محلی خاص از زمین بررسی می‌کند. این علم، نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب‌ترین محل، برای ساخت سازه‌ها دارد.

متخصصین زمین‌شناسی مهندسی، در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، آزمایشگاه‌های مکانیک خاک و سنگ، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، صنعت، معدن و تجارت و شهرداری‌ها، می‌توانند نقش مهمی در هدایت پروژه‌های عمرانی داشته باشند.





اشتوکلین به مدت ۲۷ سال از عمر خود را در ایران گذراند، به همه نقاط ایران سفر کرد و به مطالعه زمین شناسی پرداخت و برای اغلب نقاط با همکاری بسیاری از زمین شناسان ایران، نقشه های زمین شناسی را تهیه و تعداد زیادی از کانسارها و منابع نفت و گاز در خشکی را کشف کرد.

وی در زمان اقامت و کار در ایران، با سفر به مناطق بکر و ناشناخته، با کمترین

امکانات و با مسافرت در دشت ها، کوه ها، نمکزارها و مناطق خطرناک، مطالعات زمین شناسی را انجام داد. وی که در کودکی، آرزوی دیدن شتر را در سر داشت، به گفته خودش، به مراد خود رسید و در بیشتر عملیات صحرایی خود در مناطق دشوار کوهستانی و بیابانی، با استفاده از شتر، این مطالعات را در شرایط دشوار آب و هوایی از سرمای کوهستان تا گرمای مناطق کویری یا شوق وافر انجام داد.

اشتوکلین، علاقه بسیاری به ایران داشت، به طوری که کمتر فرد خارجی را می توان یافت که تا این حد به ایران و ایرانیان عشق ورزیده باشد. در سال ۱۳۵۴، به این نتیجه رسید که وظیفه او در تربیت زمین شناسان خیره به انجام رسیده و بنابراین برای خدمت در کشور نهال عازم آنجا شد؛ اما، همچنان علاقه به ایران، در او وجود داشت تا اینکه در سال ۱۳۵۵ بار دیگر برای سرپرستی بخش اکتشاف در سازمان انرژی اتمی ایران، از وی دعوت به کار شد و او با اشتیاق پذیرفت، زیرا به گفته وی، فرزندانش، ایران را بیشتر از سوئیس، وطن خود می دانستند و به آن علاقه داشتند. پس از پایان این مأموریت، با چشمانی اشکیار عازم سوئیس شد.

اشتوکلین در سال ۲۰۰۶ میلادی خاطرات زندگی هشتاد و چند ساله اش را در یک نوشتار ۱۷۰ صفحه ای به نام «ایران، خاطرات یک زمین شناس» تدوین و تنظیم کرد و آن را به چهار فرزندش که در ایران متولد شده اند، هدیه کرده است. این کتاب با نام «سرزمین پارس، خاطرات و نوشته های یک زمین شناس - یووان اشتوکلین» به فارسی ترجمه و توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور منتشر شده است. یووان اشتوکلین در ۱۵ آوریل ۲۰۰۸ میلادی (۲۷ فروردین ۱۳۸۷ هـ. ش) در خانه اش در شهر کوچکی در سوئیس، چشم از جهان فرو بست.

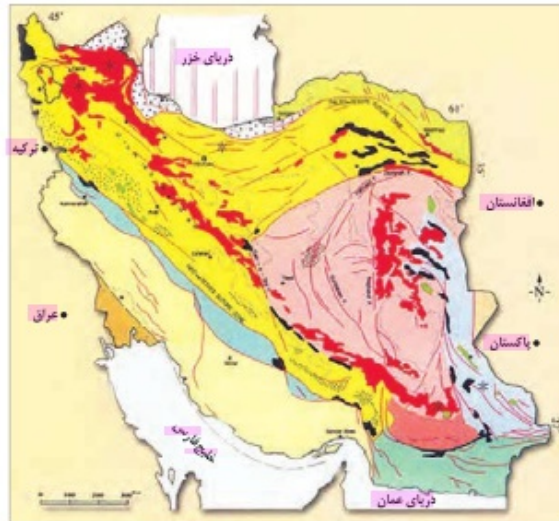
اشتوکلین در بخشی از کتاب خاطرات خود می نویسد:

«... همسرم الیزابت نیز به ایران علاقه زیادی پیدا کرده بود، سه دخترم تینا، فرانسسکا و آنزلا و آخرین فرزند که بسری به نام ژرژ است، همگی در ایران متولد شده اند. ایام کودکی و نوجوانی آنها در منزل هایی که اجاره کرده بودم در نودیه، دزاشیب و نیاوران سپری شده، آنها همیشه از خاطراتشان می گویند. از مدرسه های در قلهک که در آنجا درس خوانده اند، خانواده ها و بچه های هم کلاسی ایرانی که با آنها دوست شده اند. ما همگی با همه گوشه های ایران طی بیست و هفت سال اقامت در این کشور آشنا شدیم. ... علی، راننده سابق و باوقای من در سازمان زمین شناسی که چند سال بعد با تأثر شنیدم تنها فرزند پسرش در جنگ با عراق شهید شده، مرا به فرودگاه مهرآباد برد، به هنگام خدا حافظی و روبروسی با من گونه هایش از اشک خیس شده بود. این بار و برای همیشه به جای آنکه از غرب به شرق بیایم، از مشرق به مغرب پرواز می کردم. در ذهنم زندگی نامه نزدیک به سی سال اقامت در ایران را مرور می کردم.

آن روزها از سرزمین پارسیان و قوم مهربان و متملن و باوقای ایرانی هیچ چیز نمی دانستم ولی امروز همه گوشه های این سرزمین را می شناسم، متعجب و حیرت زده هستم، دلم نمی خواهد غم زده و داننگ از ایران بروم. وقتی هواپیمای سوئیس ایر صحیحگاه از مرز ایران می گذشت و من از پنجره، طلوع آفتاب این روز زمستانی را می نگریستم، بی اختیار این جملات بر زبانم جاری شد ایران باور کن دلم نمی خواهد از تو خدا حافظی کنم، آدیوایران، خدا حافظ ایران ...»



تصویر ماهواره ای ایران



شکل ۲-۲ نقشه پهنه بندی زمین شناسی ایران

منابع معدنی ایران

در فصل ۲ خواندید که منابع معدنی می تواند زیربنای اقتصاد و توسعه کشورها باشد. اگر کشوری، مواد معدنی مورد نیاز خود را نداشته باشد، چه اتفاقی می افتد؟ آنها را چگونه تأمین می کنند؟ آیا می دانید ایران از نظر ذخایر معدنی چه جایگاهی در جهان دارد؟ آیا ما تمام مواد معدنی مورد نیاز را در کشور داریم؟ ایران، دارای ذخایر معدنی مهم و قابل توجهی است که آن را از بسیاری از کشورهای جهان متمایز می کند. فعالیت های معدنی در ایران به طور گسترده در بیشتر نقاط کشور انجام می شود و نقش مهمی در اقتصاد کشور دارد. معدن کاری در ایران، قدمت زیادی داشته به طوری که در هر گوشه ایران، آثار معدن کاری قدیمی دیده می شود.

پیشینیان ما، تجربه بسیار زیادی در اکتشاف و بهره برداری از معادن و به خصوص ذخایر فلزی مانند مس، آهن، طلا، سرب و روی داشته اند؛ استفاده از فلزات از حدود ۸۵۰۰ سال پیش آغاز گردید. نتایج مطالعات پژوهشگران نشان می دهد استخراج و استفاده از فلزات برای اولین بار در فلات ایران و فلات آناتولی ترکیه صورت گرفت.

جمع آوری اطلاعات

- در مورد سنگ های آذرین در رشته کوه البرز، اطلاعات جمع آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

جمع آوری اطلاعات

- در مورد معادن ششادی استان خود اطلاعاتی جمع آوری و در کلاس ارائه کنید.



زمین شناسی ایران

ایران، به نظر بسیاری از زمین شناسان جهان که از مناطق مختلف آن بازدید کرده اند، بهشت زمین شناسی است. به راستی، چه عواملی باعث این تفکر شده است؟ پدیده های متنوع کم نظیری مانند آتشفشان های نیمه فعال، گل فشان های متعدد، کلویت های وسیع و مرتفع، گنبد های نمکی و ... در نقاط مختلف ایران یافت می شود که پژوهشگران زیادی را از سراسر جهان به خود علاقه مند کرده است. زمین شناسان از حدود دویست سال پیش تاکنون، پژوهش های زیادی بر روی مناطق مختلف ایران انجام داده اند ولی هنوز ناشناخته های بسیاری وجود دارد که توجه پژوهشگران را به خود جلب می کند.



بیشتر بدانید

- ایران با حدود ۲۳٪ از مساحت کل کره زمین، حدود ۷ درصد ذخایر معدنی جهان را داراست. بیش از ۵۰۰ ماده معدنی در کشور تولید می‌شود. ایران در برخی مواد معدنی، در جهان رتبه‌های بالایی دارد. مقدار کل ذخایر شناسایی شده قطعی ایران، حدود ۳۷ میلیارد تن برآورد شده است که بخشی از آن در حال استخراج است. در حال حاضر حدود ۵۰۰۰ معدن بزرگ و کوچک فلزی و غیرفلزی در کشور فعال هستند.

برخی معادن بزرگ ایران و موقعیت آنها

شهرستان	استان	نام معدن	عنصر/ ماده معدنی
میرجا	کرمان	گل کپر	آهن
بافق	یزد	چارت، چادریلو، سه چاهون	
خواف	خراسان رضوی	سنگان	مس
رامسجان	کرمان	سرخسجه	
شهربابک	کرمان	مهاوک	
وزقان	آذربایجان شرقی	سوتگون	
کاشمر	خراسان رضوی	تنگر	سرب و روی
قنات	یزد	غلی آباد و دره زرشک	
مرحند	خراسان جنوبی	قلعه زری	کروم
ماهنشان	زنجان	تکوران	
مهریز	یزد	مهدی آباد	
فیروزآباد	فارس	سوسه	
اسفهان	اسفهان	ایرانکوه	نیکل
شارند	مرکزی	عسارت	
ملایر	همدان	آهنگران	طلا
چیرفت	کرمان	اسفندک	
سیراز	خراسان رضوی	سیراز	نیوبر
نیریز	فارس	خواججه جمال	
فهر	فهر	وفاج	نیوبر
ریاح کریم	تهران	ریاح کریم	
گلپایگان	اسفهان	مونه	نیوبر
تکاب	آذربایجان غربی	دندوران	
قروه	کردستان	ساری گواهی	نیوبر
سردشت	آذربایجان غربی	باریکا	
نمشانور	خراسان رضوی	نمشانور	انگشت
دلفان	سمنان	بافو	
شاهرود	سمنان	طرود	گرافیت
چیرفت	کرمان	اسفندک	

شما هم می‌توانید جستجوگر معدن باشید

مراحل کاوش و یافتن محل تمرکز مواد معدنی بی‌شابهت به روش یافتن یکی از دوستانتان که به دنبال او هستید نیست. برای پیدا کردن دوست موردنظر ابتدا «محل» او را حدس می‌زنید و در آنجا به دنبال او می‌گردید. در مورد مواد معدنی هم مراحل تقریباً به همین شکل است. با توجه به آنکه هر ماده معدنی در شرایط ویژه‌ای تشکیل می‌شود. بنابراین برای یافتن ماده معدنی خاص، تنها باید مناطقی را مورد جستجو قرار داد که شرایط تشکیل ماده معدنی وجود داشته باشد. به عنوان مثال اگر به دنبال زغال سنگ هستید، تنها باید قسمت‌هایی از ایران را جستجو کنیم که اولاً دارای سنگ‌های رسوبی اند و ثانیاً در زمانی تشکیل شده‌اند که آب و هوا برای رویش گیاهان مناسب بوده است. شواهد زمین‌شناسی تاریخی نشانگر آن است که طی دوره‌های تریاس و ژوراسیک، شرایط جوی برای تشکیل زغال مناسب بوده است. بنابراین، جستجوی ما درباره زغال سنگ محدود به سنگ‌های این دو دوره خواهد شد.

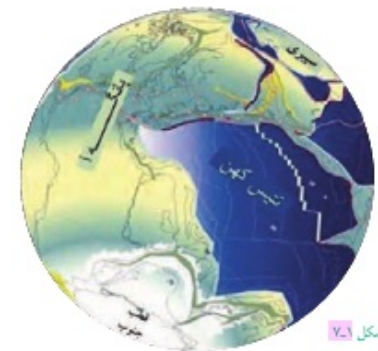
مجموعه شاخص‌هایی را که برای جستجوی مواد معدنی به کار می‌روند، معیارهای جستجو می‌گویند. بسته به نوع ماده معدنی و نحوه تشکیل آن معیارهای متفاوتی وجود دارد که در هر مورد باید معیارهای مناسب را بدین منظور به کار برد. به عنوان مثال به هنگام جستجوی نفت، باید ساختمان‌های زمین‌شناسی را مورد کاوش قرار داد که برای تشکیل نفتگیر، مناسب‌اند.

حتی گاهی بررسی گیاهان یک منطقه نیز می‌تواند شما را به فراوانی یک عنصر یا ارزش در خاک آن منطقه راهنمایی کند. حال شما هم با جستجو در فضای مجازی، روش‌های دیگری را برای یافتن منابع معدنی، پیدا کنید.



تاریخچه زمین‌شناسی ایران

بر اساس نظریه وگنر یک قاره واحد به نام پانگه‌آ (تمام خشکی‌ها) در میان تنها اقیانوس آن زمان یعنی پانتالاسا قرار داشت. ابرقاره پانگه‌آ به دو قاره لوراسیا و گندوانا شکسته شد و در حد فاصل آنها اقیانوس تتیس کهن شکل گرفت (شکل ۷-۱). مطالعات نشان می‌دهد که سرزمین ایران، تاریخ تکوین پیچیده‌ای را پشت سر گذاشته است. گرچه در حال حاضر پوسته ایران زمین یکپارچه و به ظاهر همگن است اما بخش‌های مختلفی که اکنون ایران زمین را تشکیل می‌دهند، در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی، قسمت‌هایی از ابرقاره گندوانا و لوراسیا بوده‌اند.



شکل ۷-۱

تعیین سن سنگ‌های مناطق مختلف ایران نشان می‌دهد که در مقایسه با سنگ‌های قدیمی یافت شده در آمریکای شمالی، آفریقا، هند، سبیری، استرالیا و عربستان بسیار جوان‌تر هستند. به گونه‌ای که قدیمی‌ترین سنگ‌های کشف شده در ایران بین ۶۰۰ تا یک میلیارد سال سن دارند.

تحقیق کنید

• قدیمی‌ترین سنگ‌های ایران در کدام مناطق یافت می‌شوند؟

بیشتر بدانید

• ایران یکی از ۱۵ کشور بزرگ معدنی جهان است و رتبه دوم جهان را از نظر ذخایر فلزات دارد و برای باریت و ژئیس در رتبه پنجم و از نظر سنگ آهن، در رتبه دهم جهان جای دارد. علاوه بر ذخایر فلزهای اساسی مانند آهن، روی، سرب و مس، ایران دارای ذخایر قابل توجهی نیز از آلومینیم، منگنز، مولیبدن، طلا، کروم و نیز مواد معدنی غیرفلزی مورد استفاده در صنعت مانند باریت، سنگ‌های ساختمانی، کائولن و بنتونیت است.



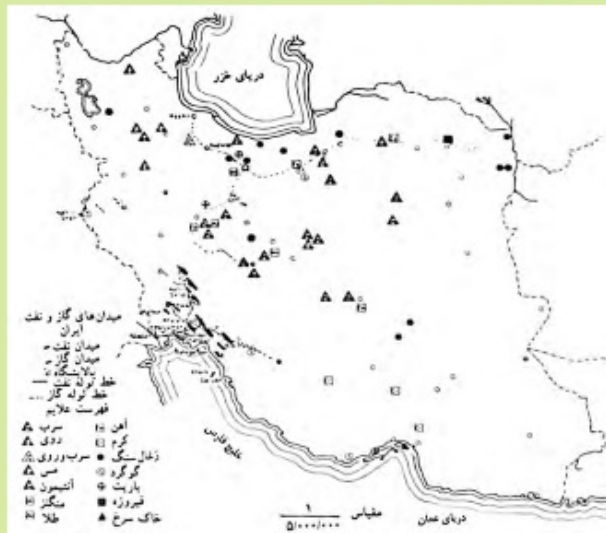
نمایی از معدن روباز مس سرچشمه (کرمان) با ذخیره‌ای بیش از ۱ میلیارد و ۲۰۰ میلیون تن



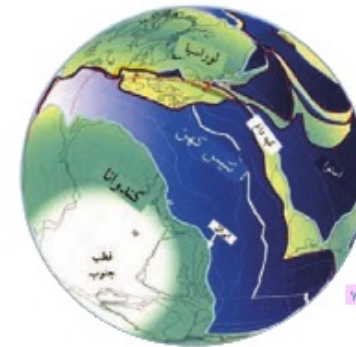
معدن مس - مولیبدن سونگون (وزرقان)



نمایی از معدن طلا زرشوران (تنگاب)

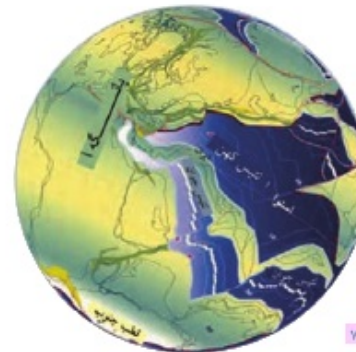


نقشه پراکنندگی ذخایر فلزی در ایران



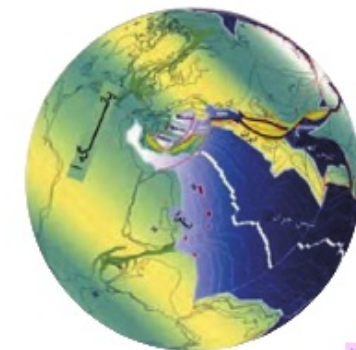
شکل ۷-۲

در پرکامبرین بیشتر قسمت ایران زمین به جز شمال شرق آن در حاشیه شمالی ابرقاره گندوانا قرار داشته و به وسیله اقیانوس تتیس کهن از کپه داغ و قاره لوراسیا جدا بوده‌اند (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۳

در دوران پالئوژوئیک، حرکت دو قاره لوراسیا و گندوانا همگرا بود و در نتیجه از پهنای تتیس کهن کاسته و سرآغاز بسته شدن آن رقم خورد. در این بازه زمانی ایران در محل خط استوا واقع بوده است (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۴

از اوایل پرمین تا میانه تریاس با کاهش وسعت تتیس کهن، در محل زاگرس فعلی، اقیانوس تتیس جوان شکل گرفت و صفحه ایران را از صفحه زاگرس - عربستان جدا کرد. در اواخر تریاس دو صفحه ایران و توران به هم پیوسته و تتیس کهن به طور کامل بسته شد و صفحه ایران که تا آن زمان در حاشیه شمالی گندوانا قرار داشت با اتصال به حاشیه جنوبی لوراسیا، بخشی از ابرقاره لوراسیا گردید (شکل ۷-۴).

در اوایل ژوراسیک تتیس جوان شروع به بسته شدن کرد و از اواخر کرتاسه تا پالئوسن بخش‌هایی از پوسته اقیانوسی مذکور بر روی صفحه عربستان رانده شد. در دوره تریاس با گسترش دریای سرخ در ۵ میلیون سال پیش، اقیانوس تتیس جوان به طور کامل بسته شد (شکل ۷-۵).

ذخایر نفت و گاز ایران

حفاری اولین چاه نفت خاورمیانه از سال ۱۲۸۶ هـ.ش در شهر مسجد سلیمان در استان خوزستان در منطقه‌ای به نام میدان نفتون آغاز شد و در ۵ خرداد ۱۲۸۷ هـ.ش به نفت رسید (شکل ۷-۳ الف). این چاه ۳۶۰ متر عمق داشت که از آن، روزانه ۳۶۰۰۰ لیتر نفت استخراج می‌شد. این چاه به «چاه شماره یک» معروف است و هم اکنون در شهر مسجد سلیمان به صورت موزه، تحت نظارت شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب قرار دارد (شکل ۷-۳ ب).



ب) مسجد سلیمان



الف) اولین چاه حفر شده در ایران

ذخایر نفت ایران به طور عمده در لایه‌های سنگ آهک قرار دارند. برخی از میدان‌های مهم نفت ایران در جدول

صفحه بعد ارائه شده است. (نقشه ۷-۳ ب)

ایران با دارا بودن حدود ۱۰ درصد از نفت جهان، در رده چهارم و از نظر ذخایر گاز، در رده دوم جهان قرار دارد. ذخایر نفت و گاز ایران به طور عمده در جنوب و غرب (منطقه زاگرس و خلیج فارس) و در شمال (دریای خزر) قرار دارند. ذخایر گاز خانگیران سرخس در شمال شرق نیز، از ذخایر مهم هیدروکربن در ایران است.

بزرگ‌ترین میدان نفتی ایران، میدان اهواز است که در رده سومین میدان‌های نفتی عظیم جهان قرار دارد.



ب) میدان‌های مهم نفتی ایران

شکل ۷-۳. اولین چاه حفر شده در ایران - مسجد سلیمان

فکر کنید

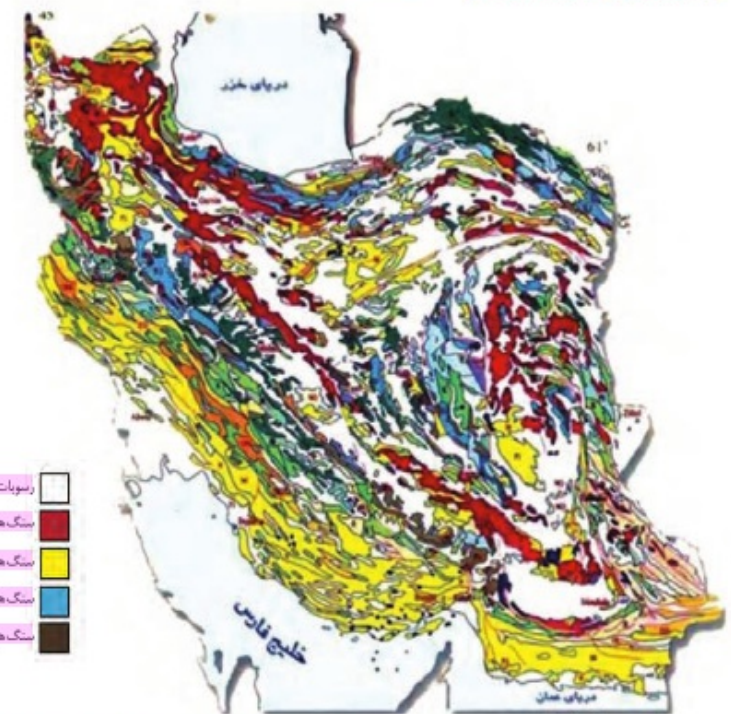
• دو دلیل ذکر کنید که چرا عمده ذخایر نفت ایران در منطقه زاگرس است؟

نقشه‌های زمین شناسی

در نقشه‌های زمین شناسی، جنس و پراکندگی سطحی سنگ‌ها، روابط سنی آنها، وضعیت شکستگی‌ها و چین خوردگی‌ها و موقعیت کانسارها و... نمایش داده می‌شوند و با توجه به نیاز، با دقت و مقیاس‌های مختلف تهیه می‌گردند. نقشه‌های زمین شناسی علاوه بر فراهم نمودن بستر مناسب جهت انجام تحقیقات زمین شناسی، در اکتشاف مواد معدنی، مطالعات لرزه‌خیزی، مطالعات زیست‌محیطی، آبخیزی داری و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر بلایای طبیعی و موارد دیگر کاربرد دارند (شکل ۷-۴). نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰ توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت ملی نفت ایران برای کل کشور تهیه شده و نقشه‌های بزرگ مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ نیز برای بخش‌های خاصی از کشور ترسیم شده است.



شکل ۷-۴. پهنه‌های زمین شناسی ایران نسبت به هم و سرزمین‌های مجاور از ۵ میلیون سال پیش تا کنون



شکل ۷-۴. نقشه زمین شناسی ایران که نشان دهنده پراکندگی سنگ‌های زمان‌های مختلف زمین شناسی با رنگ‌های متفاوت می‌باشد.

برخی از مشخصات میدان های مهم نفتی ایران

رتبه	نام میدان	ذخیره درجا (میلیارد بشکه)	ذخیره قابل برداشت (میلیارد بشکه)	تولید روزانه (هزار بشکه)
۱	میدان نفتی اهواز	۶۵/۵	۳۷	۷۵۰/۰۰۰
۲	میدان نفتی گچساران	۵۲/۹	۲۲/۷	۲۸۰/۰۰۰
۳	میدان نفتی مارون	۴۶/۷	۲۱/۹	۵۲۰/۰۰۰
۴	میدان نفتی آزادگان	۳۳/۲	۵/۲	۴۰۰/۰۰۰
۵	میدان نفتی آغاچاری	۳۰/۲	۱۷/۲	۳۰۰/۰۰۰
۶	میدان نفتی رگ سفید	۱۶/۵	۳/۴۴	۱۸۰/۰۰۰
۷	میدان نفتی آب تیمور	۱۵/۲	۲/۶	۶۰/۰۰۰
۸	میدان نفتی سروش	۱۴/۲	۱/۰	۴۶/۰۰۰
۹	میدان نفتی کریم	۱۱/۲	۵/۷	۲۲۷/۰۰۰
۱۰	میدان نفتی بی بی حکیمه	۷/۵۹	۵/۶۷	۱۲۰/۰۰۰

میدان های گاز پارس جنوبی در خلیج فارس و خانگیران در منطقه سرخس، از مهم ترین میدان های گازی ایران هستند.

بیشتر بدانید



شکل ۷-۴. نقشه پراکندگی ذخایر نفت و گاز ایران (نقاط سیاه رنگ، محل ذخایر)



دانشمندان علوم زمین

مهندس نصراله خادم در سال ۱۳۸۹ در شهر تهران دیده به جهان گشود. پس از پایان تحصیلات متوسطه در دبیرستان علمیه، عزم فرانسه شد و در دانشکده معدن به تحصیل پرداخت. پس از پایان تحصیلات به ایران بازگشت و عهده دار سمت های گوناگون در صنایع معدنی ایران شد. همزمان در دانشکده علوم دانشگاه تهران به تدریس در رشته زمین شناسی مشغول بود. در سال ۱۳۴۱ سازمان زمین شناسی کشور را بنیان نهاد. با کوشش های او، سازمان زمین شناسی ایران به یکی از معتبرترین سازمان های زمین شناسی منطقه تبدیل شد. به طوری که در سال ۱۳۵۳ وظیفه تهیه نقشه های زمین شناسی منطقه خاورمیانه توسط کمیسیون بین المللی تهیه نقشه های زمین شناسی جهان به سازمان زمین شناسی ایران سپرده شد. نصراله خادم از آغاز بنیان سازمان زمین شناسی تا هنگام بازنشستگی، مقام ریاست سازمان را بر عهده داشت. در سال ۱۹۶۲ میلادی به افتخارش، نام کانی جدید کشف شده در منطقه ساغند، «خادمیت» نامیده شد. وی در اردیبهشت ۱۳۷۸ چشم از جهان فرو بست و در بهشت زهرای تهران به خاک سپرده شد.

پهنه های زمین شناسی ایران

مطالعات انجام شده توسط زمین شناسان نشان می دهد که فرایندهای زمین شناسی متعددی در طول زمان، چهره امروزی سرزمین ایران را به وجود آورده است. تحولات زمین شناختی ایران در دوره های مختلف زمین شناسی، پیچیده بوده است. سرزمین ایران، از چندین قطعه مختلف و جدا از هم سنگ کره تشکیل شده که هر کدام تاریخچه تکوین متفاوتی دارند. در نتیجه الگوی ساختاری تحولات زمین ساختی و شرایط رسوبی ایران زمین در طول تاریخ یکسان نبوده است. این تفاوت رسوبی و زمین ساختی باعث شده که تعیین ویژگی های یکسان برای کل پهنه های ایران زمین غیرممکن شود.

مطالعات هدفمند زمین شناسی در ایران از اواخر ۱۹۶۰ با پایه گذاری سازمان زمین شناسی آغاز شد. اشتوکلین، از پیشگامان مطالعات نوین زمین شناسی در ایران است. او با جمع بندی مطالعات و مشاهدات زمین شناسی، برای نخستین بار سرزمین ایران را از نظر ساختارهای زمین شناسی به چند بخش جداگانه تقسیم بندی کرد (جدول ۷-۱). او با همکاری نبوی در سال ۱۹۷۳ اولین نقشه تکتونیک ایران را منتشر کردند که بر اساس ویژگی های خاص زمین شناسی همچون نوع پوسته، شرایط حاکم بر حوضه های رسوبی گذشته، تفاوت های سنگ شناسی، نوع چین خوردگی ها و فعالیت های ماگمایی ایران به تعدادی پهنه رسوبی ساختاری مختلف تقسیم گردیده است. این تقسیم بندی، توسط سایر پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته و گاهی بازنگری شده است (شکل ۷-۷).



شکل ۷-۷. نقشه پهنه بندی زمین شناسی ایران - اقتباس از اشتوکلین با اندکی تغییرات

جدول ۱-۷ - مشخصات برخی از پهنه‌های زمین‌ساختی در ایران

نام پهنه	سنگ‌های اصلی	برخی از منابع اقتصادی	ویژگی‌ها
زاگرس	رسوبی	نفت و گاز	تقدیس‌ها و ناودیس‌های متوالی
سیندج - سیبیرجان	ذکرگونی	سرب و روی ایرانتکوه اصفهان	انواع سنگ‌های ذکرگونی
ایران مرکزی	رسوبی، آذرین و ذکرگونی	ذخایر متعدد فلزی	دارای سنگ‌های پرکامبرین تا سنوزوئیک
البرز	رسوبی و آذرین	معادن زغال سنگ مانند زغال سنگ طزره دامغان	به شکل بزرگ تقدیس یا راستای شرقی - غربی از آذربایجان تا خراسان امتداد دارد.
کوه‌های شرق ایران و مکران	آذرین و رسوبی	معادن کرومیت، منیزیت، مس و طلا	فرورانش ورقه اقیانوسی عمان به زیر مکران و تشکیل آتشفشان‌های تقنان و بزمان، سنگ‌های قدیمی‌تر از کرتاسه ندارد.
کپه‌داغ	رسوبی	میدان‌های گازی خانگیران و گتبدلی سرخس	دارای توالی رسوبی منظم
ارومیه - دختر	آذرین	ذخایر فلزی به‌ویژه مس مانند مس سرچشمه کرمان	حاصل فرورانش تئیس نوین به زیر ایران مرکزی
خرد قاره ایران مرکزی			در گذشته خرد قاره را بخشی از ایران مرکزی می‌دانستند اما مطالعات بعدی نشان داد که تفاوت‌های ساختاری و رسوبی متعددی بین آنها وجود دارد. بخش‌های مختلف خرد قاره ایران مرکزی نیز هرکدام، ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارند و ذکر مشخصات زمین‌شناسی یکسان برای آنها تا حدی دشوار است، لذا از ذکر جزئیات خودداری می‌شود.

دانشمندان علوم زمین
 یووان اشتوکلین (Jovan Stocklin) زمین‌شناس سوئیس و چهره‌ای ماندگار در زمین‌شناسی ایران است که نقش تأثیرگذاری در توسعه علم زمین‌شناسی ایران داشته است. اشتوکلین، پس از اخذ مدرک دکترای زمین‌شناسی از دانشگاه ETH زوریخ سوئیس، در سال ۱۹۵۰ میلادی (۱۳۲۹ ه. ش) در قالب همکاری با سازمان ملل متحد، به منظور انجام مطالعات زمین‌شناسی، راه‌اندازی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، راه‌اندازی بخش اکتشاف شرکت نفت و تربیت نیروی متخصص زمین‌شناسی به ایران آمد.
 اشتوکلین مدت ۲۷ سال از عمر خود را در ایران گذراند. به همه نقاط ایران سفر کرد و به مطالعه زمین‌شناسی پرداخته و برای اغلب نقاط با همکاری بسیاری از زمین‌شناسان ایران، نقشه‌های زمین‌شناسی را تهیه و تعداد زیادی از کانسارها و منابع نفت و گاز در خشکی را کشف کرد. اشتوکلین در سال ۲۰۰۶ میلادی خاطرات زندگی هشتاد و چند ساله‌اش را در یک نوشتار ۱۷۰ صفحه‌ای به نام «ایران، خاطرات یک زمین‌شناس» تدوین کرد و آن را به چهار فرزندش که در ایران متولد شده‌اند، هدیه کرد. این کتاب با نام «سرزمین پارس، خاطرات و نوشته‌های یک زمین‌شناس - یووان اشتوکلین» به فارسی ترجمه و توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور منتشر شده است. یووان اشتوکلین در ۱۵ آوریل ۲۰۰۸ (۳۷ فروردین ۱۳۸۷ م. ش) در سوئیس، چشم از جهان فرو بست.



۲۰۰۸ - ۱۹۲۶ میلادی

گسل‌های اصلی ایران

پوسته ایران زمین، دارای گسل‌های متعددی است و کمتر جایی از کشور را می‌توان یافت که در آنجا گسلی وجود نداشته باشد. وجود این گسل‌ها، فعالیت پوسته ایران زمین را نشان می‌دهد. تعدادی از گسل‌های ایران، قدیمی و غیرفعال و برخی از گسل‌ها، جوان و لرزه‌خیز هستند که امروزه زمین لرزه‌ها، در امتداد آنها رخ می‌دهد.

جمع‌آوری اطلاعات

- در نزدیکی محل سکونت شما کدام گسل/گسل‌ها وجود دارد؟
- آیا در سال‌های اخیر این گسل/گسل‌ها باعث زمین لرزه شده است؟



شکل ۷-۵. نقشه گسل‌های اصلی ایران

آتشفشان‌های ایران

مهم‌ترین کوه‌های آتشفشانی ایران، دماوند، تقنان، بزمان، سهند و سیلان هستند. دماوند، بلندترین قله آتشفشانی ایران، در گذشته فعال بوده و آثار فعالیت‌های آن هنوز به صورت خروج گازهای گوگردی در دامنه‌های نزدیک دهانه آتشفشان دیده می‌شود.
 بیشتر فعالیت‌های آتشفشانی جوان، در دوره کواترنری در ایران، آتشفشان‌هایی هستند که در امتداد نوار ارومیه - دختر قرار دارند.



شکل ۷-۶. نقشه پراکندگی قله‌های آتشفشانی در ایران

فعالیت تکمیلی

• با مقایسه نقشه زمین‌شناسی (شکل ۷-۶) و نقشه په‌نه‌بندی ایران (شکل ۷-۷)، بگویید کدام یک از په‌نه‌های زمین‌شناسی ایران تقریباً فاقد سنگ‌های آذرین می‌باشند؟

منابع معدنی و ذخایر انرژی ایران

در فصل ۲ خواندید که منابع معدنی و ذخایر انرژی می‌توانند زیربنای اقتصاد و توسعه کشورها باشند. اگر کشوری مواد معدنی و ذخایر انرژی مورد نیاز خود را نداشته باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آنها را چگونه تأمین می‌کنند؟ آیا می‌دانید ایران از نظر ذخایر معدنی و انرژی چه جایگاهی در جهان دارد؟ آیا ما به تمام مواد معدنی و انرژی مورد نیاز خود در کشور دسترسی داریم؟

ایران دارای ذخایر معدنی مهم و قابل توجهی است که آن را از بسیاری از کشورهای جهان متمایز می‌کند. فعالیت‌های معدنی در ایران به طور گسترده در بیشتر نقاط انجام می‌شود و نقش مهمی در اقتصاد کشور دارد. کشور ما، حدود ۷ درصد ذخایر جهان را داراست.

بیشتر بدانید

• منابع معدنی ایران را می‌توان در دو گروه اصلی منابع فلزی همچون آهن، مس، سرب، روی، طلا و منابع غیرفلزی همچون سنگ نمک، فلوئوریت، باریت، کائولن، ژئیس و فلدسپار تقسیم‌بندی کرد. ایران یکی از ۱۵ کشور بزرگ معدنی جهان است به‌طوری که از نظر ذخایر فلدسپار در رتبه دوم، ذخایر باریت و ژئیس در رتبه پنجم و ذخایر سنگ آهن در رتبه دهم جهان جای دارد. همچنین ۹ درصد ذخایر مس جهان متعلق به کشور ماست.

انرژی یکی از ضروری‌ترین نیازهای زندگی بشر امروزی است؛ منابع انرژی در دو دسته تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر قرار می‌گیرند. منابع تجدیدناپذیر انرژی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و اورانیوم است. کشور ایران ۱ درصد ذخایر زغال سنگ، ۱۰ درصد منابع نفت و ۱۶ درصد منابع گاز دنیا را داراست و در این زمینه یکی از ثروتمندترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود. در جهان صنعتی امروز که پیشرفت‌های علمی و فنی هر کشوری به عنوان شاخص توسعه و رفاه اجتماعی مورد توجه قرار دارد، تکنولوژی هسته‌ای نقش مهمی ایفا می‌کند. انرژی هسته‌ای مهم‌ترین منبع انرژی بعد از نفت و گاز است و در کشورهای پیشرفته سهم بیشتری در تولید الکتریسیته دارد. ذخایر قطعی اورانیوم و میزان غنی‌سازی آن در ایران می‌تواند برای مدت زیادی سوخت راکتورهای اتمی را تأمین کند.

کشور عزیزمان ایران به سبب ویژگی‌های جغرافیایی و زمین‌شناسی خاص، مانند وجود دریای خزر در شمال، خلیج فارس و دریای عمان در جنوب و جنوب شرق و رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و قرارگیری در میان عرض‌های جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و وجود مراکز آتشفشانی متعدد متعلق به کواترنری، از منابع انرژی تجدیدپذیر فراوانی همچون انرژی هیدروالکتریک، انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی جزر و مد و انرژی زمین‌گرمایی برخوردار است.

بیشتر بدانید

• **دماوند:** آتشفشان مخروطی شکل دماوند با ارتفاع ۵۶۷۱ متر، در بخش میانی رشته کوه البرز، بارزترین فعالیت آتشفشانی دوره کواترنری در ایران است. دامنه کوه دماوند پوشیده از جریان‌های گدازه‌هایی به وسعت ۴۰۰ کیلومتر مربع است. جدیدترین گدازه‌ها در دامنه غربی مخروط قرار گرفته‌اند و روی همین دامنه است که به‌طور محلی مخروط‌هایی از خاکستر وجود دارد. در ارتفاع ۱۰۰ متر پایین‌تر از قله، در ضلع جنوبی دماوند، خروج گازها نمایان می‌شوند. دهانه آتشفشان با ۳۰۰ متر قطر، با دریاچه‌ای از یخ پوشیده شده است. فعالیت‌های عظیمی که کوه دماوند را به وجود آورده در حدود ده هزار سال قبل و آخرین فوران آن، مربوط به ۷۳۰۰ سال پیش می‌باشد.

• **تفتان:** ارتفاع این قله ۴۰۳۶ متر از سطح تراز دریا است و از دو دهانه آتشفشانی آن، بخارهای گوگرد خارج می‌شود. در ورودی حفره‌های آتشفشانی، بلورهای گوگردی خالص به وفور دیده می‌شوند. نزدیک‌ترین شهر به تفتان، خاش است. تپت در زبان بلوچی به معنای گرما و تفتان، برگرفته شده از تپتان است.

زمین‌گردشگری

سیاره زمین، دارای مناظر و چشم‌اندازهای متنوعی است. این تنوع و گوناگونی، به دلیل اتفاقات و رویدادهای زمین‌شناختی است که در طول تاریخ شکل‌گیری و تکوین این سیاره رخ داده است. کشور ایران از نظر میراث زمین‌شناختی و گوناگونی پدیده‌های زمین‌شناختی، یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان است. به همین دلیل زمین‌گردشگری می‌تواند در کشورمان، جایگاه اقتصادی ویژه‌ای داشته باشد.

گروهی از پدیده‌های زمین‌شناختی مانند غارها، گل‌فشان‌ها، آبشارها و... که ارزش بالایی از نظر علمی و آموزشی یا زیبایی ویژه داشته و یا بسیار کمیاب هستند، به عنوان میراث زمین‌شناختی معرفی می‌شوند.

تحقیق کنید

- ۱- زمین‌گردشگری چگونه در رونق اقتصادی کشور تأثیر می‌گذارد و شما در زمینه حفاظت از آن چه نقشی می‌توانید داشته باشید؟
- ۲- یکی از جاذبه‌های زمین‌گردشگری در اطراف محل سکونت خود را به کلاس معرفی کنید.

ژئوپارک

برای حفاظت از جاذبه‌های میراث زمین‌شناختی در یک محدوده و بهره‌برداری درست از آنها ژئوپارک ایجاد می‌شود. ژئوپارک، یک محدوده مشخص است که در آن، میراث زمین‌شناختی با جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی ویژه واقع شده است. در هر ژئوپارک، مردم آن منطقه با آموزش‌هایی که می‌بینند در حفاظت از جاذبه‌های زمین‌شناختی، طبیعی و فرهنگی همکاری و از این جاذبه‌ها، برای



شکل ۷-۷- روستای کندوان

گردشگری بهره‌برداری و کسب درآمد می‌کنند. ژئوپارک باعث می‌شود که جامعه محلی، رشد و رونق اقتصادی و فرهنگی داشته باشد و این میراث‌ها حفظ شود.

اکنون در کشور ما ژئوپارک جزیره قشم به ثبت جهانی رسیده است. با برنامه‌ریزی‌های انجام شده و براساس مطالعات علمی و گردشگری، در سال‌های آینده، تعداد ژئوپارک‌های کشورمان افزایش خواهد یافت.



شکل ۹-۷. چشمه پاداب سورت ساری



شکل ۸-۷. دره ستارگان ژئوپارک قشم



شکل ۱۱-۷. غار علیصدرهمدان



شکل ۱۰-۷. کوه‌های مریخی چاهپار



شکل ۱۲-۷. هوازکی در روستای وردیح تهران



شکل ۸-۷. کوره و دودکش نایسبات ذوب فلز در معدن سرب - اصفهان

بیشتر بدانید

● معدن کاری در ایران، قدمت زیادی دارد به طوری که در هر گوشه ایران، آثار معدن کاری قدیمی دیده می‌شود. صدها نام به جا مانده از روزگاران گذشته مانند آهنگران، سنگان، کوه زر، زرشوران، کوه سرمه، کوه نقره، مس کتی و تل مسی گواه این مدعاست. پیشینیان ما، تجربه بسیار زیادی در اکتشاف و بهره‌برداری از معادن و به خصوص ذخایر فلزی مانند مس، آهن، طلا و سرب داشته‌اند. وجود آثار فعالیت‌های معدنی و ذوب فلزات در نواحی مختلف نشان دهنده سابقه طولانی معدن کاری در ایران و شناخت ایرانیان از علوم مربوطه است. گذر از عصر نو سنگی به عصر برنز در ایران به هزاره هفتم قبل از میلاد مسیح بر می‌گردد که حدود ۳۰۰۰ سال قبل از اروپاست. لذا می‌توان گفت علم معدن کاری و صنایع وابسته به آن در کشور ما سابقه‌ای بس طولانی دارد. یافته‌ها و آموخته‌های باستان‌شناسی بر این گواهی می‌دهند که شناخت و کاربرد آهن، تاریخی ۶ هزار ساله دارد. گلوله‌های متعدد آهنی از جنس هماتیت طبیعی از هزاره پنجم پیش از میلاد در تپه «سیلک» کاشان کشف شده‌اند. یکی دیگر از قدیمی‌ترین شواهد مربوط به استخراج آهن متعلق به دوره پیش از تشکیل امپراتوری هخامنشی در «هنشک» واقع در ۶۰ کیلومتری شمال پاسارگاد است. همچنین نتایج مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد که مس نخستین بار در ایران شناخته شده و به کار رفته است. ضرب نخستین سکه طلای جهان در ایران و توسط هخامنشیان انجام گرفته است. شواهد تاریخی به معدن کاری باستانی طلا در «خویناری» آذربایجان، «معدن خرابه» در شمال زرشوران، «کوه زر» در سمنان و «زر توش» در جنوب کرمان دلالت دارد. نقره در ایران از اواخر هزاره چهارم و اوایل هزاره سوم پیش از میلاد شناخته و استخراج شده است. در دوره ساسانیان، نقره کاری در ایران پیشرفت نمود و هم‌اکنون بسیاری از ظروف نقره کاری آن عهد در موزه‌ها وجود دارند. سرب در معدن نخلک از هزاره چهارم قبل از میلاد تا هزاره اول بعد از میلاد همواره مورد توجه معدن کاران فلات ایران بوده است. در شهرهای «سیال»، «اریسمان»، «حصار» و «شکین» نیز شواهدی از معدن کاری و متالوژی سرب در دوران باستان دیده شده است. از منظر باستان‌شناسان، قلع از اواخر هزاره

بیشتر بدانید

سوم قبل از میلاد در ایران برای ساختن مفرغ به کار می‌رفته است. در اشیای مفرغی به دست آمده از کاوش‌های باستانی تا ۲۵ درصد قلع وجود داشته است. مورخان از ۲ نقطه ایران شامل شمال خراسان، استرآباد، سیستان، اطراف دریای خزر، لرستان، حوالی کوهستان کرمان و حوالی تبریز نام برده‌اند که در آنها معادن قلع وجود داشته است.



نمایی از معدن سرب و روی انگوران، زنجان



نمایی از معدن روتاز مس میدوک شهریارک، کرمان

برخی معادن بزرگ ایران و موقعیت آنها

عنصر / ماده معدنی	نام معدن	شهرستان	استان
آهن	گل گهر	سیرجان	کرمان
	چادرملو، چمارت، سه چاهون	بافق	یزد
	سنگان	خواف	خراسان رضوی
سرب و روی	انگوران	ماه‌نشان	زنجان
	مهدی آباد	مهریز	یزد
مس	سرچشمه	رفسنجان	کرمان
	سوتگون	ورزقان	آذربایجان شرقی
	میدوک	شهریارک	کرمان
کروم	فرومد	سیزوار	خراسان رضوی
	اسفندقه	چیرفت	کرمان
طلا	زرشوران	نکاب	آذربایجان غربی
	موته	گلپایگان	اصفهان
	ساری گونای	قروه	کردستان
	شادان	خوسف	خراسان رضوی

علم،
زندگی،
کار آفرینی

• ژئوتوریسم: اخیراً رشته جدیدی در گردشگری طبیعت به وجود آمده که توجه اصلی آن به میراث زمین شناختی است. این رشته را زمین گردشگری یا ژئوتوریسم نام گذاری کرده‌اند. هدف اصلی در زمین گردشگری، تماشای و شناخت پدیده‌های زمین شناختی است. البته هدف‌های بیشتری در زمین گردشگری دنبال می‌شوند.

برخلاف اکوتوریسم (طبیعت گردی) که جاذبه‌های طبیعت جاندار را در مرکز توجه قرار داده است، این صنعت به طور کلی با جاذبه‌های طبیعت بی جان سروکار دارد. مخاطبان زمین گردشگری نه تنها متخصصان و کارشناسان زمین شناسی و ژئومورفولوژی (زمین ریخت شناسی)، بلکه گردشگران عادی و علاقه‌مندان طبیعت هستند. در جریان فعالیت‌های زمین گردشگری، بازدیدکنندگان ضمن بازدید از پدیده‌های زیبا و ویژه زمین شناسی و ژئومورفولوژی، با میانی پیدایش آنها آشنا می‌شوند و اهمیت وجودی آنها را در می‌یابند.

متخصصان این رشته تحصیلی در مراکزی مانند سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و سازمان میراث فرهنگی و گردشگری می‌توانند در شناخت و معرفی ژئوپارک‌های جدید، کمک شایانی داشته باشند.



بازالت‌های منشوری - سریشه بیرجند

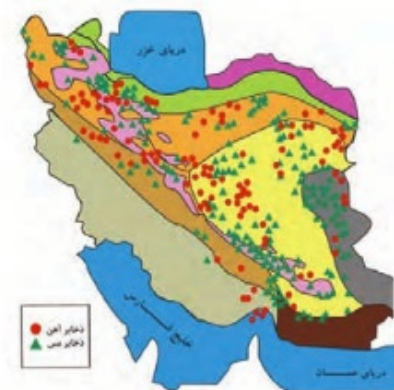
واژه نامه

Dip	شیب	Subsurface Reserves	ذخایر زیر سطحی	Extinction	انقراض
Strike	شماره	Alloy Metal	فلز آلی	Dinosaur	دایناسور
Available Storage Capacity	ظرفیت ذخیره مخزن	Ore Preparation	کانه آراس	Ice Age	عصر یخبندان
Cavern	غار	Concentrate	گنشیوره	Ice	یخبندان
Trench	ترانه	Chalcopyrite	کالکوپرایت	Ice	یخبندان
Location	مکانی	Open - Pit mining	استخراج روباز	Period	دوره
Gation	گابون	Underground Mining	استخراج زیرزمینی	Epoch	دوره با عهد
Nailing	نخ کنی	Gem	گهر	Turbidite	تربولیت
Retaining Wall	دیوار خالی	Opal	آمال	Pliocene	مهمی پلوسن
Layer Living	لایه آستر	Chrysoberyl	کریزوبریل	Lithosphere Plate	پهله سنگ کره
Layer Procedure	لایه رویه	Opalescence	فرشتهش آبی	Athmosphere	سست (اتمسفر) کره
Island	آلاند	Ruby	یاقوت	Petrochemistry	پتروشیمی
Cones	بخاخ آسانی	Emerald	یخرد	Quartz	کوارتز
Oxipiment	نوریمان	Source Rock	سنگ مای	Garnet	گارت
Reolgar	راکار	Primary Migration	مهاجرت اولیه	Borax	بوراکس
Medical Geology	زمین شناسی پزشکی	Oil Trap	شکار	Haltu	خالد
Lake of Element	گهرود عنصر	Reservoir Rock	سنگ مخزن	Sylvite	سولویت
Element Toxicity	سمیت عنصر	Cap Rock	پوش سنگ	Apatite	آپاتیت
Kantosis Filaris	شایخ شین پوست	Petrology	پترولاژی	Urnethos	سنگ آبکام
Amalgamation	مقدد کردن	Interception	برگابی	Gypso	گپس
Jai - Jai Disease	مباری آبکی آبکی	Capillary Fringe	خالد بومینه	Feldspar	فلسپار
Gaitre	گارت	Topographic Map	نقشه توپوگرافی	Pozzolan	پوزولان
Anthropogenic Grade	مباری زمین زده	Aquifer	آبخوان	Perit	پریات
Silicosis	مباری سیلیکوسیس	Piezometric Level	سطح پیزومتریک	Corundum	کروندوم
Environmental Geology	زمین شناسی زیست محیطی	Karst Line	کنک کارستی	Amethyst	آمشیت
Hydrotherapy	آب درمانی	Evaporites Stone	سنگ های بخاری	Beryl	بریل
Fault	گسل	Water Hardness	سختی آب	Agate	آگات (آبگری)
Folding	چین خوردگی	Fossil Water	آب فسیل	Olivine	اولین
Fault Surface	سطح گسل	Water Balance	مکان آب	Spinel	سپینل
Fault Dip	شیب گسل	Lean	فاد کور	Lapis Lazuli	لاپورید
Fault Strike	شماره گسل	Soil Profile	نوع خاک	Jade	یخود
Hanging Wall	فرانچور	Hydrology	هیدرولوژی	Turquoise	توریز
Footwall	فودوالور	Morphology	مورفولوژی	Baryte	باریت
Goin	دوره	Stress	تنش	Fluorite	فلوریت
Oblique Fault	گسل مایل	Tension Stress	تنش کششی	Bauxite	باکسیت
Normal Fault	گسل عادی	Compressive Stress	تنش فشاری	Kaolinite	کالونیت
Reverse Fault	گسل معکوس	Shear Stress	تنش برشی	Zirconia	زیرکونیت
Strike - Slip Fault	گسل شماره لغز	Coring	مغز کنی	Diamond	دایماند
Earthquake Epicenter	کانون زمین لرزه	Exploratory Bore	گنده باور کشفی	Clark Concentration	لفظت کلارک
Earthquake Hypocenter	مرکز سطحی زمین لرزه	Elastic Behavior	رفتار کششی	Anomaly	برعکساری
Internal Waves	نوع درونی	Plastic Behavior	رفتار خمیرمان	Mineral	کانی
Primary Waves	نوع اولیه	Gation	گابون	Ptagiochae	پتروکلا
Secondary Waves	نوع ثانویه	Quartzite	کوارتزیت	Orthoclase	فلسپار پتاسیم
Surface Waves	نوع سطحی	Hornfels	هورنفلس	Ore Mineral	کاند
Buttressocks	پشت آرس	Schist	شیت	Ore	کانسنگ
Aftershocks	سپ آرس	Catast	کاتاست	Mineral Deposit (Ore Deposit)	کانسنگ
Magnitude	مراک	Doleritic	دولریت	Mica	سکا
Richter	ریختر	Biomor Materials	ساختار فرم	Pyrite	پیریت
Intensity	شدت	Soil Dan	خاک دان	Placer	پلاسر
Monocline	نگ شیب	Concrete Dam	سد بتنی	Mineral Spack	رگه معدنی
Articline	فادسی	Dam Reservoir	مخزن سد	Electronic Conductivity of Rocks	رسانایی الکتریکی سنگها
Syncline	نورده	Dam Body	تنه سد	Anomalies of the Earth's Gravitational Field	نوسانات میدان گرانشی زمین
Tephs	ترا	Pill Dam	پن سد		

توان معدنی پهنه های زمین شناسی ایران

پهنه های زمین شناسی ایران از نظر توان معدنی و ذخایر هیدروکربوری با هم متفاوت هستند. به گونه ای که عمده ذخایر نفت و گاز ایران در دو پهنه زاگرس و کپه داغ واقع شده اند. پهنه های مذکور از نظر ذخایر معدنی فلزی نسبت به سایر پهنه ها از توان کمتری برخوردار هستند. بزرگترین ذخایر مس ایران همراه با سنگ های آذرین متعلق به سنوزوئیک در نوار ارومیه - دختر دیده می شوند. پهنه سنج - سیرجان از نظر وجود ذخایر متعدد سرب و روی و آهن نسبت به سایر ذخایر فلزی از اهمیت بالاتری برخوردار است.

همچنین بزرگترین ذخایر آهن ایران در پهنه خرد قاره ایران مرکزی قرار دارند. شایان ذکر است که پهنه ایران مرکزی از نظر داشتن ذخایر متعدد فلزی (مانند سرب و روی) و غیر فلزی (زغال سنگ) نیز جاذب اهمیت است. زغال سنگ علاوه بر خرد قاره ایران مرکزی در پهنه البرز و کپه داغ نیز ذخایر ارزشمندی دارد (شکل ۷-۹). کوه های شرق ایران از نظر وجود ذخایر متعدد طلا و مس شایان توجه اند. جنوب شرق ایران (مکران) نسبت به سایر پهنه ها توان معدنی کمتری دارد. اما تعدادی از ذخایر کرومیت و مس را در خود جای داده است.



شکل ۷-۱۰. نقشه پراکندگی ذخایر مس و آهن ایران



شکل ۷-۹. نقشه پراکندگی ذخایر زغال سنگ ایران

فعالیت تکمیلی

- در گذشته های دور، کدام پهنه های زمین شناسی ایران در برخی مناطق، دارای محیط های باتلاقی یا اکسیژن اندک، همراه با پوشش گیاهی متراکم بوده است؟
- این ویژگی منجر به تشکیل چه ذخایری شده است؟
- در چه دوره ای چنین شرایطی بر این پهنه ها حاکم بوده است؟
- اگر میان شرایط حاکم بر پهنه های زمین شناسی مذکور، هم زمانی وجود دارد، دلیل آن چیست؟

Devonian	دوین	Quaternary	کواترنری	Lava	گاز	Pyroclastic	سنگ آتشفشانی
Carboniferous	کربنفر	Permian	پرمان	Fumarol	فومرول	Tuff	توف
Triassic	تریاس	Jurassic	یوراسیک	Lapilli	لاپلی	Block	بلوک
Cretaceous	کرتاسه	Paleozoic	پالئوزوئیک	Beeh	بیه	Geophysics	ژئوفزیک
Mesozoic	مئوزوئیک	Cenozoic	سنوزوئیک	Tectonic Structural Geology	ژئولوژی و زمین‌شناسی ساختاری	Pneumatic Basalt	بازالت پنیوماتیک
Quaternary	کواترنری	Ordovician	اوردوویسی	Mud Volcanoes	گاز		

منابع

منابع فارسی

- آقاباتی، ع ۱۳۸۴. زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
- اخروی، ر. ۱۳۸۲. زمین‌شناسی فیزیکی، انتشارات مدرسه.
- صدیقت، محمود، ۱۳۸۴. «زمین و منابع آب». انتشارات دانشگاه پیام نور.
- عباس نژاد، احمد، ۱۳۸۴. «خاک‌شناسی برای زمین‌شناسان». انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- غلیزاده، امین، ۱۳۸۳. «اصول هیدروژئولوژی کاربردی». انتشارات آستان قدس رضوی.
- قیادی، محمدحسین، ۱۳۸۵. «مبانی زمین‌شناسی مهندسی». انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- مایکل پرایس، ۱۳۷۰. «مقدمه‌ای بر آب زیرزمینی». ترجمه لایته و رضایی، انتشارات خراسان.
- مدبری، س. ۱۳۸۴. زمین‌شناسی نفت. مرکز نشر دانشگاهی.
- معماریان، حسین، ۱۳۸۴. «زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک». انتشارات دانشگاه تهران.

منابع لاتین

- Klein, C., & Philpotts, A. R. (2013). Earth materials: introduction to mineralogy and petrology. Cambridge University Press.
- Kesler, S. E., & Simon, A. C. (2015). Mineral resources, economics and the environment. Cambridge University Press.
- Leonard Capper, P. and Fisher Cassie, W., 1976, "The Mechanics of Engineering Soils", Spon LTD.
- Selinus, O., & Alloway, B. J. (2013). Essentials of medical geology. Springer.
- Stampfli, G. M., Hochard, C., Vérard, C., & Wilhem, C. (2013). The formation of Pangea. Tectonophysics, 593, 1-19
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K. & Tasa D. (2014). Earth: an introduction to physical geology. Pearson Pub.
- Todd, D. K. and Mays, L. W., 2005, "Groundwater Hydrology", John Wiley.

■ وب‌گاه‌های علمی در فضای اینترنت



ذخایر نفت و گاز ایران



شکل ۱۱-۷. اولین حفاری چاه نفت در ایران.

حفاری اولین چاه نفت خاورمیانه از سال ۱۲۸۶ ه. ش در شهر مسجد سلیمان استان خوزستان در منطقه‌ای به نام میدان «نفتون» آغاز شد و در ۵ خرداد ۱۲۸۷ ه. ش به نفت رسید (شکل ۱۱-۷). این چاه ۳۶۰ متر عمق داشت که روزانه ۳۶۰۰۰ لیتر نفت از آن استخراج می‌شد. این چاه به «چاه شماره یک» معروف است و هم‌اکنون در شهر مسجد سلیمان به صورت موزه، تحت نظارت شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب قرار دارد. (شکل ۱۲-۷).



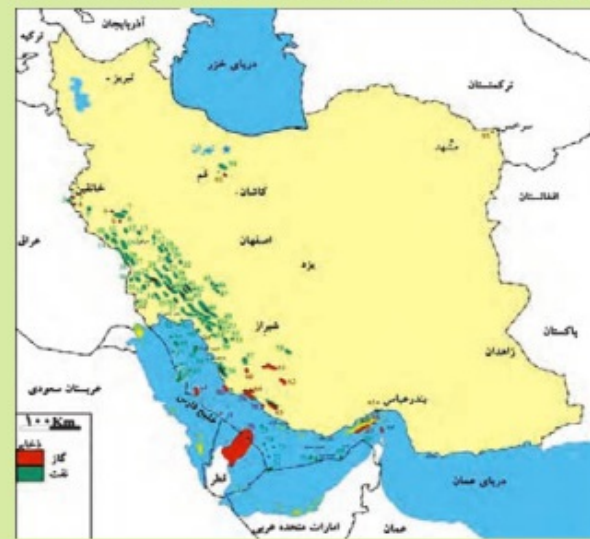
شکل ۱۲-۷. چاه شماره یک مسجد سلیمان.

ذخایر نفت ایران به‌طور عمده در لایه‌های سنگ آهک قرار دارند. برخی از میدان‌های مهم نفت ایران در جدول صفحه بعد ارائه شده است. ایران با دارا بودن حدود ۱۰ درصد از نفت جهان، در رده چهارم و از نظر ذخایر گاز، در رده دوم جهان قرار دارد.

ذخایر نفت و گاز ایران به‌طور عمده در جنوب و غرب (منطقه زاگرس و خلیج فارس) و در شمال (دریای خزر) قرار دارند. ذخایر گاز خانگیران سرخس در شمال شرقی نیز، از ذخایر مهم هیدروکربن ایران است. بزرگ‌ترین میدان نفتی ایران، میدان اهواز است که سومین میدان نفتی عظیم جهان محسوب می‌شود. همچنین میدان گازی پارس جنوبی بزرگ‌ترین میدان گازی ایران و جهان است.

بیشتر بدانید

پراکندگی ذخایر نفت و گاز ایران (نقاط سبز رنگ میدان نفت و نقاط قرمز رنگ میدان گاز)



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی توانگشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی، دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن پاهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اساسی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب زمین شناسی با کد ۱۱۱۳۳۷

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	افسر علیان	یزد	۲۳	انسانه عزیزان	ایلام
۲	معمومه حیدریان	همدان	۲۴	سید علیرضا فلاح	شهرستان‌های تهران
۳	محمد حسین سیف	همدان	۲۵	خدیجه امانی هفشجانی	البرز
۴	سیده فاطمه مرتضوی	چهارمحال و بختیاری	۲۶	میلاد شایگان	گیلان
۵	سید زهرا افشونی	شهرستان‌های تهران	۲۷	شهربانو احمدی	مازندران
۶	طاهره نادری	کرمان	۲۸	ملیحه خدیوی پور	سمنان
۷	رسول سوزنی	خراسان شمالی	۲۹	علی اصغر ربانی فرد	گلستان
۸	مریم مومنی	مرکزی	۳۰	نجمه غلامی	هرمزگان
۹	غلامرضا زاهدی پور	خراسان جنوبی	۳۱	محمد حسین صمدی	کردستان
۱۰	فضل الله ایمانیان	اسفهان	۳۲	سیده محمدی	آذربایجان غربی
۱۱	معمومه مجملی زانی	اسفهان	۳۳	رقیه موبد	آذربایجان شرقی
۱۲	ملکه نادات سجادی	قزوین	۳۴	شبنم قناتیان	آذربایجان شرقی
۱۳	اعظم داستان	اردبیل	۳۵	علی اکبر احمدی	خراسان رضوی
۱۴	زهرا پسران	فارس	۳۶	روح الله زیرم	ایلام
۱۵	محمدحادی رنوفی زاده	هرمزگان	۳۷	مریم اکابی	سیستان و بلوچستان
۱۶	علی یاری	شهرتهران	۳۸	حسینعلی چهارنابی	گلستان
۱۷	فاروق ایزدی	کرمانشاه	۳۹	کامران اسماعیلی	چهارمحال و بختیاری
۱۸	علیخیمه رهبرکوهی	گیلان	۴۰	وجه حبیبی	کرمانشاه
۱۹	مریم رفیعی	فارس	۴۱	عبدالرحمان چمن آرا	کهگیلویه و بویراحمد
۲۰	فاطمه نقدی	شهرتهران	۴۲	مریم ستوده	کهگیلویه و بویراحمد
۲۱	منصوره ایرانمنش	کرمان	۴۳	تأهید یزدانفر	تهران
۲۲	محمد عقابی	خراسان جنوبی	۴۴	شهبلا مغزی نجف‌آبادی	خراسان جنوبی

مهم ترین میدان های گازی ایران (رنگ قرمز)



برخی از مشخصات میدان های مهم نفتی ایران

رتبه	نام میدان	ذخیره درجا (میلیارد بشکه)	ذخیره قابل برداشت (میلیارد بشکه)	تولید روزانه (هزار بشکه)
۱	میدان نفتی اهواز	۶۵/۵	۲۷	۷۵۰/۰۰۰
۲	میدان نفتی گچساران	۵۲/۹	۲۳/۷	۴۸۰/۰۰۰
۳	میدان نفتی مارون	۴۶/۷	۲۱/۹	۵۲۰/۰۰۰
۴	میدان نفتی آزادگان	۳۳/۲	۵/۲	۴۰/۰۰۰
۵	میدان نفتی آغاچاری	۳۰/۲	۱۷/۴	۳۰۰/۰۰۰
۶	میدان نفتی رگ سفید	۱۶/۵	۳/۴۴	۱۸۰/۰۰۰
۷	میدان نفتی آب تیمور	۱۵/۲	۲/۶	۶۰/۰۰۰
۸	میدان نفتی سروش	۱۴/۲	۱۰	۴۶/۰۰۰
۹	میدان نفتی کرینج	۱۱/۲	۵/۷	۲۳۷/۰۰۰
۱۰	میدان نفتی بی‌بی حکیمه	۷/۵۹	۵/۶۷	۱۲۰/۰۰۰

فکر کنید

• دو دلیل ذکر کنید که چرا عمده ذخایر نفت ایران در منطقه زاگرس متمرکز شده است؟

گسل‌های ایران

همان‌طور که در فصل‌های گذشته آموختید گسل‌ها ساختارهای خطی، همراه با جابه‌جایی هستند که بر تحولات و تکوین پهنه‌های زمین‌ساختی ایران نقش دارند. پوسته ایران زمین، دارای گسل‌های متعددی است و کمتر نقطه‌ای از کشور را می‌توان یافت که در آنجا گسلی وجود نداشته باشد. وجود این گسل‌ها، فعالیت پوسته ایران زمین را نشان می‌دهد. انطباق کانون زمین‌لرزه‌های سده بیستم با محل گسل‌های ایران، نشانه فعال بودن آنهاست.

برای تقسیم‌بندی گسل‌ها، به معیارهای متعددی توجه شده است که عبارت‌اند از معیارهای زمین‌شناسی و پراکنندگی جغرافیایی (شکل ۱۳-۷).

تعدادی از گسل‌های ایران، قدیمی و غیرفعال و برخی از گسل‌ها جوان و لرزه‌خیز هستند و امروزه زمین‌لرزه‌ها، در امتداد آنها رخ می‌دهد. ناگفته نماند که همواره زمین‌لرزه‌ها بر روی گسل‌های شناخته شده رخ نمی‌دهد؛ به‌طورمثال زلزله حلبس به بزرگای ۷/۷ ریشتر که یکی از بزرگ‌ترین زمین‌لرزه‌های ایران به‌شمار می‌آید، در شهریور سال ۱۳۵۷ بر روی یک گسل ناشناخته و بی‌نام رخ داد. گسل‌های ایران دارای سه امتداد اصلی هستند که شامل امتداد شمال غرب - جنوب شرق (مانند گسل زاگرس)، امتداد شمال شرق - جنوب غرب (مانند گسل درونه) و امتداد شمالی - جنوبی (مانند گسل هریرود) است.



شکل ۱۳-۷. نقشه پراکنندگی گسل‌های ایران

DiffPDF
Missing Page

آتشفشان‌های ایران

مهم‌ترین قله‌های آتشفشانی ایران دماوند، تفتان، بزمان، سهند و سیلان هستند. بیشتر فعالیت‌های آتشفشانی جوان ایران متعلق به دوره کواترنری است که در امتداد نوار ارومیه - دختر واقع شده‌اند. دماوند و تفتان در گذشته فعال بوده‌اند و آثار فعالیت آنها به صورت خروج گازهای گوگردی در دامنه‌های نزدیک دهانه آتشفشان دیده می‌شود. مخروط آتشفشان سهند بسیار پهن و گسترده است که از تناوب خاکستر و گدازه تشکیل شده است. آتشفشان سیلان چندین قله دارد که در دهانه بلندترین آنها یکی از مرتفع‌ترین دریاچه‌های آب شیرین جهان قرار دارد که به احتمال زیاد باقیمانده دهانه آتشفشان است (شکل ۱۴-۷).



شکل ۱۴-۷. نقشه پراکنده آتشفشانی در ایران

بیشتر بدانید

• **دماوند:** آتشفشان مخروطی شکل دماوند با ارتفاع ۵۶۷۱ متر، در بخش میانی رشته کوه البرز، بارزترین فعالیت آتشفشانی دوره کواترنری در ایران است. دامنه کوه دماوند پوشیده از جریان گدازه‌هایی به وسعت ۴۰۰ کیلومتر مربع است. جدیدترین گدازه‌ها در دامنه غربی مخروط قرار گرفته‌اند و روی همین دامنه است که به طور محلی مخروط‌هایی از خاکستر وجود دارد. در ارتفاع ۱۰۰ متر پایین‌تر از قله، در ضلع جنوبی دماوند، خروج گازها نمایان می‌شوند. دهانه این آتشفشان با ۳۰۰ متر قطر، توسط دریاچه‌ای از یخ پوشیده شده است. فعالیت‌های عظیمی که کوه دماوند را به وجود آورده در حدود ده هزار سال قبل و آخرین فوران آن، مربوط به ۷۳۰۰ سال پیش می‌باشد.

• **تفتان:** ارتفاع این قله ۴۰۳۶ متر از سطح تراز دریا است و از دو دهانه آتشفشانی آن، بخارهای گوگرد خارج می‌شود. در ورودی حفره‌های آتشفشانی، بلورهای گوگردی خالص به وفور دیده می‌شوند. نزدیک‌ترین شهر به تفتان، خاش است. تبت در زبان بلوچی به معنای گرما و تفتان، برگرفته شده از تبتان است.

زمین‌گردشگری

سیاره زمین، دارای مناظر و چشم‌اندازهای متنوعی است. این تنوع و گوناگونی، نتیجه اتفاقات و رویدادهای زمین‌شناختی است که در طول تاریخ شکل‌گیری و تکوین این سیاره رخ داده است. کشور ایران از نظر میراث زمین‌شناختی و گوناگونی پدیده‌های زمین‌شناختی، یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان است. به همین دلیل زمین‌گردشگری می‌تواند در کشورمان، جایگاه اقتصادی ویژه‌ای

DiffPDF
Missing Page

DiffPDF
Missing Page



شکل ۱۵. ساحل سرخ جزیره هرمز - هرمزگان

داشته باشد. گروهی از پدیده‌های زمین‌شناختی مانند غارها، گل‌فشان‌ها، آبشارها و... که ارزش بالایی از نظر علمی و آموزشی یا زیبایی ویژه داشته و یا بسیار کمیاب هستند، به عنوان میراث زمین‌شناختی معرفی می‌شوند.

- زمین‌گردشگری چگونه در رونق اقتصادی کشور تاثیر می‌گذارد و شما در زمینه حفاظت از آن چه نقشی می‌توانید داشته باشید؟
- یکی از جاذبه‌های زمین‌گردشگری در اطراف محل سکونت خود را به کلاس معرفی کنید.

جمع‌آوری
اطلاعات

ژئوپارک

برای حفاظت از جاذبه‌های میراث زمین‌شناختی در یک محدوده و بهره‌برداری درست از آنها ژئوپارک ایجاد می‌شود. ژئوپارک، یک محدوده مشخص است که در آن، میراث زمین‌شناختی با جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی ویژه واقع شده است. در هر ژئوپارک، مردم آن منطقه با آموزش‌هایی که می‌بینند در حفاظت از جاذبه‌های زمین‌شناختی، طبیعی و فرهنگی همکاری و از این جاذبه‌ها، برای گردشگری بهره‌برداری و کسب درآمد می‌کنند. ژئوپارک باعث می‌شود که جامعه محلی، رشد و رونق اقتصادی و فرهنگی داشته باشد و این میراث‌ها حفظ شود.



شکل ۱۷. روستای مینند در رسوبات آذرآواری آشفشان - کرمان



شکل ۱۶. هولزدگی در روستای وردج - تهران

- در کشور ایران، چند ژئوپارک به ثبت جهانی رسیده است؟ تصاویر و مطالبی از آنها جمع‌آوری کنید و به صورت پرده‌نگار در کلاس ارائه دهید.

جمع‌آوری
اطلاعات

DiffPDF
Missing Page



شکل ۱۸. مشهورهائی بازالئ دایک - کرمان رضوی



شکل ۲۰. چشمه پاداب سورت ساری - مازندران



شکل ۱۹. تاقدیس روستائی قالیچه - کرمانشاه



شکل ۲۱. غار گنجه خور - زنجان

DiffPDF
Missing Page

علم،
زندگی،
کار آفرینی

• ژئوتوریسم: اخیراً رشته جدیدی در گردشگری طبیعت به وجود آمده که توجه اصلی آن به میراث زمین شناختی است. این رشته را زمین گردشگری یا ژئوتوریسم نام گذاری کرده اند. هدف اصلی در زمین گردشگری، تماشا و شناخت پدیده های زمین شناختی است. البته هدف های بیشتری در زمین گردشگری دنبال می شوند.

برخلاف اکوتوریسم (طبیعت گردی) که جاذبه های طبیعت جاندار را در مرکز توجه قرار داده است، این صنعت به طور کلی با جاذبه های طبیعت بی جان سر و کار دارد. مخاطبان زمین گردشگری نه تنها متخصصان و کارشناسان زمین شناسی و ژئومورفولوژی (زمین ریخت شناسی)، بلکه گردشگران عادی و علاقه مندان طبیعت هستند. در جریان فعالیت های زمین گردشگری، بازدید کنندگان ضمن بازدید از پدیده های زیبا و ویژه زمین شناسی و ژئومورفولوژی، با مبانی پیدایش آنها آشنا می شوند و اهمیت وجودی آنها را در می یابند.

متخصصان این رشته تحصیلی در مراکزی مانند: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و سازمان میراث فرهنگی و گردشگری می توانند در شناساندن و معرفی ژئوپارک های جدید، کمک شایانی داشته باشند.



قله آتشفشانی تفتان - سیستان و بلوچستان

DiffPDF
Missing Page

واژه نامه

Dip	شیب	Subsurface Reserves	ذخایر زیر سطحی	Extinction	انقراض
Strike	استناد	Alloy Metal	مخلوط فلز	Dinosaur	دایناسور
Available Storage Capacity	ظرفیت طبقه مخزن	Ore Preparation	کانه آرای	Ice Age	عصر یخبندان
Covers	مخزن	Concentrate	گنشته	Eon	اگون
Trench	ترانشه	Chalcopyrite	کالکوپریت	Eon	دوران
Location	مکان نامی	Open - Pit Mining	استخراج روباز	Period	دوره
Gabion	گابون	Underground Mining	استخراج زیر زمین	Epoch	دوره یا عهد
Nailing	میخ کوبی	Gem	گوهر	Trilobite	تریلوبیت
Retaining Wall	دیوار حالت	Opal	اپال	Flaccidum	ماهی زردار
Layer Lining	لایه آستر	Chrysoberyl	کریزوبریل	Lithosphere Plate	پlate سنگ گره
Layer Procedure	لایه رده	Opalescence	درخشش اپال	Asthenosphere	سست (بخش) گره
Bulbar	بالاست	Ruby	یاقوت	Petrochemistry	پتروشیمی
Cortex	بخش آسما	Emerald	زمرد	Quartz	کوارتز
Oripoint	وزنه‌مان	Source Rock	سنگ مایر	Garnet	گارت
Realign	راکتار	Primary Migration	مهاجرت اولیه	Borax	بوراکس
Medical Geology	زمین شناس پزشکی	Oil Trap	فصل گیر	Itala	عالت
Lake of Element	گنود عنصر	Reservoir Rock	سنگ مخزن	Sylvite	سولویت
Element Toxicity	سمیت عنصر	Cap Rock	پوش سنگ	Apatite	آپاتیت
Kernosis Filiris	تاری شدن پوسته	Patrolgy	پژوهش	Limestone	سنگ آهک
Amalgamation	مخلوط کردن	Caproption	برگاب	Gypsum	ژس
Iai - Iai Disease	بیماری ایای ایای	Capillary Fringe	طاقه سوبانه	Feldspar	فلسپار
Quartz	کوارتز	Topographic Map	نقشه توپوگرافی	Pozzolan	پوزولان
Airfropogenic Grade	جهای زمین زاید	Aquifer	آبخوان	Perlit	پرلیت
Silicosis	بیماری سیلیکوسیس	Piezometric Level	سطح پیزومتریک	Corundum	کروندوم
Environmental Geology	زمین شناسی زیست محیطی	Karst Line	لینک کارست	Amethyst	آمنست
Hydrotherapy	آب درمانی	Evaporitic Stone	سنگهای تبخیری	Beryl	بریل
Fault	گسل	Water Hardness	سختی آب	Agate	آگات (طبقه)
Folding	چین خوردگی	Fossil Water	آب فسیل	Olive	الیون
Fault Surface	سطح گسل	Water Balance	میلان آب	Spiral	اسپرال
Fault Dip	شیب گسل	Loam	خاک لوم	Lapis Lazuli	لاپورید
Fault Strike	انداز گسل	Soil Profile	نوع خاک	Jade	یام
Hanging Wall	فرانچور	Hydrogeology	هیدروژئولوژی	Turquoise	تورکوئیز
Footwall	فوتوالور	Morphology	مورفولوژی	Baryte	باریت
Crust	قشر	Stress	تنش	Fluorite	فلوریت
Oblique Fault	گسل مایل	Tension Stress	تنش کششی	Bentonite	بنتونیت
Normal Fault	گسل عادی	Compressive Stress	تنش فشاری	Kaoline	کائولن
Reverse Fault	گسل معکوس	Shear Stress	تنش برشی	Zircon	زیرکون
Strike - Slip Fault	گسل استناد لغز	Coring	مغزه گیری	Diamond	دایماند
Earthquake Epicenter	گنود زمین لرزه	Exploratory Bore	گشایه های اکتشافی	Clark Concentration	نقطه کلارک
Earthquake Hypocenter	مرکز عمیق زمین لرزه	Elastic Behavior	رفتار الاستیک	Anomaly	مختلافی
Internal Waves	امواج درونی	Plastic Behavior	رفتار خمیرمان	Miracid	کانی
Primary Waves	امواج اولیه	Gabbro	گابرو	Hydroxide	هیدروکسید
Secondary Waves	امواج ثانویه	Quartzite	کوارتزیت	Orthoclase	فلسپار پتاسیم
Surface Waves	امواج سطحی	Hornfels	هورنفلس	Ore Mineral	کانه
Belembrocks	پیش لرزه	Schist	شست	Ore	کانه
Aftershocks	پس لرزه	Calcite	کلسیت	Miracid Deposit (Ore Deposit)	کلسار
Magnitude	بزرگی	Dolomite	دولومیت	Mica	میکا
Richter	ریختر	Borrow Materials	مصالح فرود	Pyrite	پیریت
Intensity	شدت	Soil Dam	سد خاکی	Pacer	پاسر
Mossdine	تکه شیب	Concrete Dam	سد بتنی	Miracid Sluik	رانه معدنی
Anticline	انفلس	Dam Reservoir	مخزن سد	Electric Conductivity of Rocks	رسانایی الکتریکی سنگ ها
Syncline	مقدیس	Dam Body	بدنه سد	Anomalies of the Earth's Gravitational Field	تغییرات میدان گرانش زمین
Tephra	تفرا	Pill Dam	پیل سد		

DiffPDF
Missing Page

Devonian	دوون	Goodwin	گودوین	Lava	لاوا	کلاز
Carboniferous	کربنفر	Estuaire	اوستا	Funnel	فونل	فونریل
Permian	پرمن	Tethys Ocean	تتیس اقیانوس	Pyroclastic	پیروکلاستیک	سنگ آتروزی
Triassic	تریاس	Subduction	سبداکشن	Tuff	توف	توف
Jurassic	یوراسیک	Geosyncline	زمین گردشگری	Lapilli	لاپیلی	لاپیلی
Cretaceous	کرتاسه	Geopark	ژئوپارک	Black	شماره سنگ	شماره سنگ
Paleozoic	پالئوزوئیک	Hudon	هادون	Bomb	بمب	بمب
Mesozoic	مزوزوئیک	Archaic	آرکین	Fossilifer Stage	مرحله فوسیلر	مرحله فوسیلر
Cenozoic	سنوزوئیک	Proterozoic	پروتروزوئیک	Geothermal Energy	انرژی زمین گرمایی	انرژی زمین گرمایی
Paleogen	پالوژن	Procrambrian	پروکرامبرین	Geophysics	ژئوفزیک	ژئوفزیک
Neogen	نئوژن	Carbonian	کاربین	Tectonic Structural Geology	تکتونیک و زمین شناسی ساختاری	تکتونیک و زمین شناسی ساختاری
Quaternary	کواترنری	Ordovician	آوردوئیس	Primative Basalt	بارت منشوری	بارت منشوری
		Selinus	سلینوس	Mud Volcanoes	گل فشان	گل فشان

منابع

منابع فارسی

- آقاباتی، سید علی، ۱۳۸۴، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
- اخروی، رسول، ۱۳۸۲، زمین شناسی فیزیکی، انتشارات مدرسه.
- درویش زاده، علی، ۱۳۹۴، زمین شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر.
- راب، لورنس، رشیدنژاد عمران، نعمت الله، ۱۳۸۲، مقدمه‌ای بر فرآیندهای کانه‌ساز، ترجمه سید مهران حیدری و همکاران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- شهاب پور، جمشید، ۱۳۹۴، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- صداقت، محمود، ۱۳۸۲، زمین و منابع آب، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- عباس نژاد، احمد، ۱۳۸۴، خاک شناسی برای زمین شناسان، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- علیزاده، امین، ۱۳۸۳، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.
- قیادی، محمدحسین، ۱۳۸۵، مبانی زمین شناسی مهندسی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- بریس، مایکل، ۱۳۷۰، مقدمه‌ای بر آب زیرزمینی، ترجمه ولایتی و رضایی، انتشارات خراسان.
- مدیری، سی، ۱۳۸۴، زمین شناسی نفت، مرکز نشر دانشگاهی.
- معاریان، حسین، ۱۳۸۴، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران.
- یعقوب پور، عبدالمجید، ۱۳۹۱، زمین منبع سلامت و خطرات، انتشارات نگار.

منابع لاتین

- Comins, Neil F. Kaufmann, W.J (2005). Discovering the univese. Seventh Edition: W.H.Freeman and company.
- Kesler, S. E., & Simon, A. C. (2015). Mineral resources, economics and the environment. Cambridge University Press.
- Klein, C., & Philpotts, A. R. (2013). Earth materials: introduction to mineralogy and petrology. Cambridge University Press.
- G.M.Stampfli, G.D. Borel, A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones, Earth and planetary Science Letters
- Leonard Capper, P. and Fisher Cassie, W. (1976). "The Mechanics of Engineering Soils", Spon LTD.
- Selinus, O., & Alloway, B. J. (2013). Essentials of medical geology. Springer.
- Stampfli, G. M., Hochard, C., Vèrard, C., & Wilhem, C. (2013). The formation of Pangea Tectonophysics.
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K. & Tasa D. (2014). Earth: an introduction to physical geology. Pearson Pub.
- Todd, D. K. and Mays, L. W. (2005). "Groundwater Hydrology", John Wiley.

■ وب‌گاه‌های علمی در فضای اینترنت



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی توانگشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی، دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب زمین شناسی با کد ۱۱۱۳۳۷

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	افسر علایان	یزد	۲۳	السانه عزیزبان	ایلام
۲	منصومه حیدریان	همدان	۲۴	سید علیرضا فلاح	شهرستان‌های تهران
۳	محمد حسین سیف	همدان	۲۵	خدیده ابانی هفشجانی	البرز
۴	سیده فاطمه مرتضوی	چهارمحال و بختیاری	۲۶	سالار شایگان	گیلان
۵	سید زهرا افشونی	شهرستان‌های تهران	۲۷	شهربانو احمدی	مازندران
۶	ظاهر نادری	کرمان	۲۸	ملیحه حمیدی پور	سمنان
۷	رسول موزنی	خراسان شمالی	۲۹	طی اسفندی ریانی فرد	گلستان
۸	مریم مومنی	مرکزی	۳۰	تجسیم غلامی	هرمزگان
۹	غلامرضا زاهدی پور	خراسان جنوبی	۳۱	محمد حسین صمدی	کردستان
۱۰	فصل الله ایمانیان	اصفهان	۳۲	سپیده محمدی	آذربایجان غربی
۱۱	منصومه مجلی رنالی	اصفهان	۳۳	رقیه سوبدی	آذربایجان شرقی
۱۲	ملکه سادات سجادی	قزوین	۳۴	شبنم لفتانیان	آذربایجان شرقی
۱۳	اعظم دانستان	اردبیل	۳۵	علی اکبر احمدی	خراسان رضوی
۱۴	زهرا پسران	فارس	۳۶	روح الله زبیرم	ایلام
۱۵	محمدهادی رتوفی‌زاده	هرمزگان	۳۷	مریم اکائی	سیستان و بلوچستان
۱۶	طی یاری	شهر تهران	۳۸	حسینعلی چهارتایی	گلستان
۱۷	فاروق ابزادی	کرمانشاه	۳۹	کامران اسماعیلی	چهارمحال و بختیاری
۱۸	عظیمه رهبر کوهی	گیلان	۴۰	وجه حبیبی	کرمانشاه
۱۹	مریم رفیعی	فارس	۴۱	عبدالرحمان چمن آرا	کهگیلویه و بویراحمد
۲۰	فاطمه نقدی	شهر تهران	۴۲	مریم ستوده	کهگیلویه و بویراحمد
۲۱	منصوره آپرانش	کرمان	۴۳	ناهید بردانفر	تهران
۲۲	محمد عقیلی	خراسان جنوبی	۴۴	شهبلا مغزی نجف‌آبادی	خراسان جنوبی

DiffPDF
Missing Page